

Miljökonsekvensbeskrivning

Bilaga B

Miljöprövning för tunnelbana från Fridhemsplan till Älvsjö

2024-12-16



Titel: Miljökonsekvensbeskrivning

Konsult: Sweco Sverige AB

Författare: Maria Hägglund, Hanne Roovete, Robin Hansson

Projektledare: Kajsa Nilsson, förvaltning för utbyggd tunnelbana (FUT)

Bilder & illustrationer: Sweco och Region Stockholm om inte annat anges.

Dokument ID: 7100-C72-22-00016

Diarienummer: FUT 2021-1095

Utgivningsdatum: 2024-12-16

Distributör: Region Stockholm, förvaltning för utbyggd tunnelbana

Box 454 36, 104 31 Stockholm. Tel: 08 123 100 00.

E-post: registrator.fut@regionstockholm.se

Innehållsförteckning

Icke teknisk sammanfattning	8
1 Inledning	13
1.1 Bakgrund och syfte	13
1.2 Avgränsning	14
1.2.1 Miljöaspekter	15
1.2.2 Avgränsning i tid	15
1.2.3 Geografisk avgränsning	15
1.3 Metodik	17
2 Planeringsunderlag	19
2.1 Miljödomar	19
2.2 Detaljplaner	20
2.3 Järnvägsplan	22
2.4 Regional utvecklingsplan	22
2.5 Kommunala översiktsplaner	23
2.6 Miljökvalitetsnormer	23
2.6.1 Ytvatten	23
2.6.2 Grundvatten	24
2.6.3 Luft	24
2.6.4 Buller	25
3 Beskrivning av området	26
3.1 Lokalisering	26
3.2 Mark- och vattenförhållanden	27
3.2.1 Ytvatten	27
3.2.2 Jordlager	30
3.2.3 Berggrund	33
3.2.4 Grundvatten	34
3.2.5 Föroreningar i mark och grundvatten	36
3.3 Bebyggelse och markanvändning	42
3.3.1 Byggnader	42
3.3.2 Ledningar	43
3.3.3 Brunnar	43
3.4 Omgivningsbuller	44
3.5 Riksintressen och skyddade områden	46
3.6 Naturmiljö	49
3.7 Kulturmiljö	51
3.8 Objekt som påverkar grundvattenförhållandena	52
4 Beskrivning av utbyggnaden av tunnelbanan	54
4.1 Anläggningen	55
4.1.1 Spårtunnlar, tvärtunnlar och stationer	55
4.1.2 Arbetstunnlar och servicetunnlar	56

4.1.3	Schakt till markytan.....	57
4.1.4	Depå.....	57
4.1.5	Vatten- och avloppsstation	58
4.1.6	Infiltrationsanläggningar.....	59
4.1.7	Klimatanpassning och översvämningsrisk	59
4.2	Byggmetoder.....	60
4.2.1	Byggmetoder i berg.....	60
4.2.2	Byggmetoder i jord	65
4.2.3	Länshållning under byggtiden	66
4.2.4	Etableringsytor och transportvägar.....	67
4.2.5	Genomförande	69
5	Alternativ	72
5.1	Nollalternativ.....	72
5.2	Lokaliseringsalternativ	72
5.2.1	Korridor och stationer	73
5.2.2	Bortvalda korridoralternativ och stationslägen.....	80
5.2.3	Spårlinje.....	82
5.2.4	Arbetstunnlar.....	82
5.2.5	Depå.....	84
5.2.6	Vändspår.....	86
5.3	Utformningsalternativ	87
5.3.1	Spårtunnlar.....	87
5.3.2	Stationer	88
5.3.3	Depå.....	89
5.4	Byggmetoder.....	89
5.4.1	Spårtunnlar.....	89
5.4.2	Stationer	90
6	Konsekvenser av grundvattenbortledningen.....	92
6.1	Generella konsekvenser av grundvattenbortledning.....	92
6.1.1	Sättningar i mark.....	93
6.1.2	Skador på byggnader och anläggningar.....	94
6.1.3	Skador på brunnar	94
6.1.4	Spridning av föroreningar	94
6.1.5	Natur-, kulturobjekt och fornlämningar.....	94
6.2	Skadeförebyggande åtgärder	95
6.2.1	Tätning.....	95
6.2.2	Skyddsinfiltration	96
6.2.3	Andra åtgärder.....	96
6.3	Påverkansområde och inläckage.....	96
6.3.1	Påverkansområde för grundvatten	96
6.3.2	Inläckage.....	99
6.4	Konsekvenser för mark, byggnader och anläggningar i jord.....	101

6.4.1	Bedömningsskala.....	101
6.4.2	Känsliga objekt/områden	102
6.4.3	Konsekvenser av nollalternativ.....	105
6.4.4	Konsekvenser under bygg- och drifttid	105
6.5	Konsekvenser för anläggningar i berg	118
6.5.1	Bedömningsskala.....	118
6.5.2	Känsliga objekt/områden	118
6.5.3	Konsekvenser av nollalternativ.....	120
6.5.4	Konsekvenser under bygg- och drifttid	120
6.6	Konsekvenser av spridning av föroreningar i grundvatten	122
6.6.1	Bedömningsgrund	122
6.6.2	Konsekvenser av nollalternativ.....	122
6.6.3	Konsekvenser under bygg- och drifttid	123
6.7	Konsekvenser för naturmiljö grundvattenpåverkan.....	126
6.7.1	Bedömningsskala.....	126
6.7.2	Känsliga objekt/områden	127
6.7.3	Konsekvenser av nollalternativ.....	127
6.7.4	Konsekvenser under bygg- och drifttid	128
6.8	Konsekvenser för kulturmiljö – grundvattenpåverkan	129
6.8.1	Bedömningsskala.....	129
6.8.2	Känsliga objekt/områden	129
6.8.3	Konsekvenser av nollalternativ.....	132
6.8.4	Konsekvenser under bygg- och drifttid	132
6.9	Konsekvenser för naturmiljö – utsläpp av vatten.....	133
6.9.1	Bedömningsskala.....	133
6.9.2	Känsliga objekt/områden	133
6.9.3	Konsekvenser av nollalternativ.....	134
6.9.4	Konsekvenser under bygg- och drifttid	134
7	Övriga miljökonsekvenser under byggtiden	136
7.1	Buller och stomljud.....	136
7.1.1	Allmänt om buller	136
7.1.2	Bedömningsskala.....	139
7.1.3	Hantering av risker för bullerstörningar	139
7.1.4	Luftburet buller.....	140
7.1.5	Stomljud	177
7.1.6	Kumulativa konsekvenser av bullerstörningar	191
7.2	Vibrationer.....	192
7.2.1	Allmänt om vibrationer	192
7.2.2	Bedömningsskala.....	193
7.2.3	Konsekvenser nollalternativ	193
7.2.4	Konsekvenser under byggtiden.....	193
7.3	Masshantering och transporter	195

7.3.1	Masshanteringsplan.....	195
7.3.2	Transporter	196
7.3.3	Kross och upplag.....	197
7.3.4	Hantering av förorenade massor	198
7.3.5	Konsekvenser nollalternativ	198
7.3.6	Konsekvenser under byggtiden.....	198
7.4	Luftkvalitet	198
7.4.1	Konsekvenser av nollalternativ.....	200
7.4.2	Konsekvenser under byggtiden.....	200
8	Indirekta konsekvenser av sökt verksamhet.....	201
8.1	Klimat och naturresurshushållning.....	201
8.2	Människors hälsa.....	202
8.3	Hushållning med mark och landskap.....	202
9	Samlad bedömning.....	204
9.1	Miljöaspekter	204
9.2	Riksintressen	207
9.2.1	Riksintresse för kulturmiljövård.....	207
9.2.2	Riksintresse för totalförsvaret	207
9.2.3	Riksintresse för yrkesfiske.....	208
9.2.4	Riksintresse för kommunikationer.....	208
9.3	Miljökvalitetsnormer	208
10	Miljömål.....	210
10.1	Nationella	210
10.2	Regionala	213
11	Kontrollprogram och försiktighetsmått.....	215
11.1	Grundvatten.....	215
11.1.1	Inläckage till bergtunnlar och schakt	215
11.1.2	Grundvattennivåer i jord och berg	215
11.1.3	Sättningsrörelser i byggnader, anläggningar och mark.....	215
11.1.4	Infiltration	216
11.2	Miljöfarlig verksamhet.....	216
11.2.1	Byggbuller.....	216
11.2.2	Vibrationer.....	216
11.2.3	Kvalitetskontroll av länshållningsvatten	216
11.3	Övriga försiktighetsmått och skyddsåtgärder.....	216
12	Samråd.....	218
13	Ord- och begreppsförklaring	220
14	Referenser.....	225
15	Sakkunskap.....	227

Bilagor

Bilaga B1	Miljö kvalitetsnormer för ytvatten
Bilaga B2	Åtgärdsplan för buller och stomljud under byggtiden
Bilaga B3	Åtgärdsplan för vibrationer gällande kulturbyggnader
Bilaga B4	Masshanteringsplan
Bilaga B5	Samrådsredogörelse
Bilaga B6	Sakkunskap

Icke teknisk sammanfattning

Stockholm hör till de mest snabbväxande städerna i Europa med en tillväxt på drygt 35 000 personer om året. Befintligt tunnelbanenät är hårt belastat, speciellt i de centrala delarna av Stockholm. Den nya tunnelbanan är därför en viktig pusselbit för hela Stockholmsregionens utveckling. För att möta det ökade behovet av bostäder och kollektivtrafik i Stockholms län har staten, Region Stockholm, Stockholms stad, Nacka Kommun, Solna stad och Järfälla kommun utifrån det som kallas 2013 års Stockholmsförhandling tecknat avtal om utbyggnad av ny tunnelbana. I april 2017 tecknades avtal i den så kallade Sverigeförhandlingen om att Stockholms tunnelbana ska byggas ut med sex stationer från Fridhemsplan till Älvsjö. Under tunnelbanans bygg- och drifttid kommer grundvatten att behöva ledas bort, vilket är tillståndspliktig vattenverksamhet enligt miljöbalken kapitel 11.

Region Stockholm avser att ansöka om tillstånd enligt 11 kap. miljöbalken för anläggande och drift av den nya tunnelbanan mellan Fridhemsplan och Älvsjö. Denna miljökonsekvensbeskrivning (MKB) utgör underlag till tillståndsansökan för vattenverksamhet enligt miljöbalken som tas fram med anledning av grundvattenbortledning under anläggande och drift av tunnelbanan.

Förberedande arbeten planeras starta år 2025. Byggnation av tunnelanläggningen startar när nödvändiga tillstånd är klara och byggtiden bedöms till cirka nio år. MKB:n avhandlar de miljöaspekter som kan påverkas av projektet, så som grundvatten, ytvatten, naturmiljö och kulturmiljö. Dessutom omfattar MKB:n påverkan på miljöaspekter som buller, stömljud, vibrationer, luftkvalitet och utsläpp till vatten samt påverkan av masshantering och transporter. Parallellt med ansökan om tillstånd enligt miljöbalken sker så kallad planprovning med järnvägsplan i enlighet med lag om byggande av järnväg och detaljplan enligt plan- och bygglagen. Till järnvägsplanen hör också en MKB, som huvudsakligen beskriver miljökonsekvenser kopplat till markanspråket och den färdiga anläggningen.

Tunnelbanan kommer att byggas i tunnel under mark och sträcka sig från befintlig station Fridhemsplan via Liljeholmen, Årstaberget, Årstafältet, Östberghöjden till Älvsjö. Utöver tunnelbanesystemet behövs en depå som lokaliseras inom nuvarande Älvsjö industriområde. Spårtunnlarna kommer att byggas med två tunnelbormaskiner (TBM). För att bygga fyra av de sex stationerna kommer arbetstunnlar att anläggas genom borrhning och sprängning (borra-spräng) och de resterande två stationerna anläggs genom så kallade sänkschakt. I anslutning till arbetstunnelmynningarna, teknikbyggnad på Långholmen, depå samt hisschakt vid stationslägen behövs etableringsytor för förvaring av byggmaterial, uppställning av arbetsbodarna, tillfälliga upplag för hantering, lagring och borttransport av bergmassor och uppställning av fordon under byggtiden. Utöver detta kommer etableringsområden kring brand- och luftutbytesschakt att behövas. Betongtunnel samt vändspår kommer att byggas i Älvsjö inom depån.

Nollalternativet innebär att den planerade tunnelbanan mellan Fridhemsplan och Älvsjö med tillhörande depå inte kommer till stånd. I huvudsak vidmakthålls dagens situation, men med nödvändiga åtgärder för att underhålla och utveckla befintlig infrastruktur.

År 2020 startade Region Stockholm en lokaliseringsutredning som studerade olika sträckningsalternativ för den framtida tunnelbanan. Ett flertal alternativ för placering av depå utreddes under i huvudsak 2023. Det alternativ som förordades i lokaliseringsutredningen ligger till grund för den lokalisering och utformning av anläggningen som redovisas i ansökan.

Två olika byggmetoder för anläggandet av spårtunnlar har studerats, borra-spräng respektive TBM-drivning. Det finns för- och nackdelar med båda metoderna. Projektets val att använda TBM för drivning av spårtunnlarna beror på flera olika faktorer där en väsentlig faktor har varit att inläckage av grundvatten under drifttiden blir mindre på grund av tätare spårtunnlar.

Vid byggande av tunnlar under grundvattennivån sker ett inläckage av grundvatten till tunnelanläggningen. Normalt förfarande är att täta tunnlar för att begränsa inläckaget. Kvarvarande inläckage ger olika konsekvenser beroende på omgivningens förutsättningar och sättningsbenägenhet. Med beredskap för skyddsinfiltation, det vill säga att tillföra vatten för att upprätthålla grundvattennivåerna, bedöms konsekvenserna av grundvattenbortledningen för majoriteten av miljöaspekterna som små negativa eller inga samt för en minoritet av miljöaspekterna som måttligt negativa.

Områden där skador på grundvattenberoende objekt kan uppstå till följd av sänkta grundvattennivåer om infiltation inte utförs, är huvudsakligen belägna i anslutning till de identifierade undre grundvattenmagasinen och lerområdena längs tunnelbanesträckningen. En sättningsutredning har utförts där sättningskänsliga jordarter utretts inom det bedömda påverkansområdet genom att identifiera områden med lera som inte redan är dränerad. Utredningen har visat att vissa områden inte är sättningskänsliga då leran är överkonsoliderad, det vill säga att lerjorden tidigare varit utsatt för en större belastning eller grundvattentrycknivåsänkning än dagens förhållanden och har anpassats för det. Med planerade skyddsåtgärder såsom skyddsinfiltation bedöms konsekvensen avseende grundvattenberoende objekt såsom byggnader och anläggningar i jord därmed som inga till små negativa.

Avseende anläggningar i berg, såsom energibrunnar, bedöms konsekvenserna som måttligt negativa under byggtiden då anläggningarna kan påverkas av en grundvattensänkning trots att skyddsåtgärder vidtas. 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 och små negativa konsekvenser bedöms uppkomma under drifttiden.

Längs planerad tunnelinje finns potentiellt förorenade områden. För att bedöma konsekvenser av spridning av föroreningar orsakade av grundvattenbortledning har en riskvärderingsmodell använts som bedömningsgrund. Risken för mobilisering av föroreningar värderas i förhållande till känsliga mottagare, så som en recipient eller en bostadsmiljö. Den huvudsakliga risken för mobilisering av föroreningar under byggtiden orsakas av den ökade grundvattenströmningen mot anläggningen, utan skyddsinfiltation. Risken kan motverkas genom åtgärder som minskar grundvattensänkning, så som tätning av tunnlar och infiltation av vatten för att upprätthålla grundvattennivåer och naturliga flödesriktningar. Med planerad skyddsinfiltation som skyddsåtgärd bedöms grundvattennivåsänkningens effekt på föroreningsspridningen som liten och den sammanvägda konsekvensen avseende föroreningsspridning under byggtiden som små negativa. Förorenad jord som schaktas vid byggande av övermarksanläggningar (såsom stationsuppgångar och stationsentréer) tas omhand under byggtiden genom att transporteras till godkänd mottagningsanläggning. Följden blir att föroreningsspridningen inom aktuellt schaktområde är mindre under drifttiden än i nollalternativet. Under drifttiden är tunnelbanans anläggning relativt tät och med planerad infiltation bedöms den inte ge upphov till sådan grundvattennivåsänkning att grundvattenströmningen väsentligen ändras. Därmed bedöms grundvattennivåsänkningens effekt på föroreningsspridningen som obetydlig och konsekvensen avseende föroreningsspridning som små positiva under drifttiden.

Träd och markvegetation längs den planerade sträckningen av tunnelbanan och depån utgör främst biotoper som utnyttjar markvattnet i jordlagren, som fylls på av nederbörd och snösmältning. Markvattenberoende biotoper bedöms inte vara känsliga mot grundvattenpåverkan. Värden kopplade till Årstaskogens, Älvsjöskogens och Hagsåtraskogens naturreservat bedöms inte påverkas av tunnelbaneutbyggnaden. Sammantaget bedöms ingen konsekvens för naturmiljön uppstå av grundvattensänkningen.

Fornlämningar och övriga kulturhistoriska lämningar kan vara känsliga för förändringar av grundvattnet, utifrån deras potential till innehåll av organiskt material, som exempelvis trä eller

ben. Det organiska materialet bryts ner vid kontakt med syre och den naturliga nedbrytningstakten kan accelerera genom ökad genomströmning av syreförande vatten men också av grundvattensänkningar. Sammantaget bedöms fyra fornlämningar och övriga kulturhistoriska lämningar inom påverkansområdet vara känsliga för grundvattenförändringar. Dessa utgörs av bytomter, lägenhetsbebyggelse och torp. Påverkan på dessa bedöms generellt vara liten. Det bedöms inte finnas några specifika skyddsåtgärder för enskilda fornlämningar för att minimera riskerna för skada. Dock kommer de infiltrationsåtgärder som genomförs för att motverka skada på byggnader och anläggningar av en grundvattennivåsänkning vid Årstafältet, Östbergahöjden och Liseberg, även minska påverkan på fornlämningar. Den sammantagna bedömningen är således att projektet innebär små negativa konsekvenser för fornlämningar och övriga kulturhistoriska lämningar med avseende på grundvattenpåverkan under bygg- och drifttiden.

Av de fem ytvattenförekomsterna som identifierats som möjliga recipienter bedöms Fiskarfjärden, Riddarfjärden och Årstaviken bli direkt påverkade av den planerade verksamheten men även Trekanten kan komma att beröras under byggtiden. Beräkningar som genomförts visar att det inte bedöms uppkomma några försämringar på kvalitetsfaktornivå för någon av de beräknade parametrarna, varken prioriterade ämnen för kemisk status eller särskilt förorenade ämnen för ekologisk status, för någon av recipienterna. Gränsvärdet avseende PFOS (och arsenik för Trekanten) överskrider förvisso i ytvattenförekomsterna, men utifrån beräknade haltbidrag som underskrider gränsvärde enligt HVMFS 2019:25 bedöms verksamheten som tillåtlig. Någon påverkan bedöms därmed inte ske för vare sig status eller miljökvalitetsnormer för de fysikalisk-kemiska kvalitetsfaktorerna, prioriterade ämnen eller de biologiska kvalitetsfaktorerna. Projektet anses därmed som tillåtligt enligt 5 kap. 4 § miljöbalken. Den sammantagna bedömningen är att projektet antas innebära små negativa konsekvenser för naturmiljön med avseende på utsläpp av vatten.

Vad gäller övergående störningar under byggtiden är konsekvensbedömningen mer varierande. Exempelvis uppstår luftburet buller vid arbeten ovan mark. Det luftburna bullret kommer att variera under byggtiden beroende på hur etableringsytorna används utefter vilken typ av arbete som pågår. De moment som genererar högst ljudnivåer är spontning, följt av borrhning i ytnära berg och lastning av bergmassor. Bullerberäkningar har genomförts för de olika etableringsytorna och för arbetsmomenten, spontning och masshantering, för att bedöma störningarna dessa genererar och ligga till grund för arbetet med bullerdämpande åtgärder och hantering. Arbeten vid planerade luftutbytesschakt, brandgasschakt och arbeten för teknikbyggnaden kommer tillfälligt att generera höga ljudnivåer, där de högsta ljudnivåerna förväntas från spontarbete. Störningarna är övergående, vilket sammantaget innebär små till måttliga negativa konsekvenser i dessa områden. Konsekvenserna bedöms bli stora negativa vid Liljeholmen och Östberga eftersom områdena har hög känslighet och störningarna vid planerade stationslägen pågår under en längre tid. Luftburet buller vid övriga platser från arbeten med sänkschakt, stationer, arbetstunnlar och masshantering kommer sammantaget att generera måttliga till stora negativa konsekvenser. Med skyddsåtgärder kan bullerstörningarna minska, men inte helt utebli.

Stomljud uppstår bland annat vid borrhning i berg med TBM samt för arbetsmoment i borra-spräng avseende borrhning i berg, borrhning för injektering, salvborrhning, sprängning och borrhning för bergförstärkning samt skrotning (bergrensning) av väggar och tak. Påverkan blir störst då avståndet till byggnader är som minst, vilket normalt är vid sänkschakt, tunnelmyning till arbetstunnlar, stationsuppgångar eller vertikala schakt. Sammanfattningsvis kommer stomljud att uppstå från olika typer av arbeten med den kommande tunnelbanan. Trots stundtals höga stomljuds nivåer sker de flesta stomljudsalstrande arbetena inte samtidigt eller vid samma platser. Flera arbetsmoment sker med längre uppehåll, vilket innebär att störningar sker under en begränsad tid vid varje tillfälle. Åtgärder hanteras enligt Regionens arbets sätt med åtgärdstrappa. Då bullerdämpande skyddsåtgärder för stomljud inte kan genomföras vid bullerkällan kan boende

som får stomljuds nivåer över riktvärden erbjudas exempelvis tillfällig vistelse. Känsligheten varierar mellan måttlig till hög utmed sträckan med varierande täthet på bostadsbebyggelse, vårdlokaler, skolor och förskolor. Från spår tunneldrivningen bedöms stömljudet kortvarigt ge stora negativa effekter. Tunnelfronten passerar områden under en begränsad tid, vilket bedöms ge måttliga till stora negativa konsekvenser. Stömljudsalstrande arbeten vid stationslägena sker under en lång tid vilket ger måttliga till stora negativa konsekvenser. Från arbetstunnlar kommer bullerstörningen vara mer begränsad eftersom fronten likt för TBM flyttar geografiskt beroende på tunneldrivningens framdrift. Region Stockholm har en åtgärdsstrategi för att hantera bullerstörningar så att boendemiljön blir acceptabel.

Drivningsmetoden med tunnelborrmaskin alstrar inte några vibrationer som kan skada byggnader. Vibrationer uppkommer däremot vid sprängningsmomentet för drivningsmetod borra-spräng. Vibrationer fortplantar sig i marken och är som störst närmast sprängningsplatsen men dämpas med avståndet från källan. Vibrationer kan orsaka förändringar, så som sprickor i hus och anläggningar, samt påverka vibrationskänslig utrustning. Risk för vibrationsrelaterade skador på byggnader bedöms närapå obefintlig med TBM-metoden medan borra-spräng bedöms medföra mycket liten risk. Såvida arbetssätt enligt Svensk standard för vibrationer följs är riskerna för skador på byggnader liten med små eller inga negativa effekter. Negativa konsekvenser under byggtiden bedöms som inga till små.

Ökade lastbilstransporter för masshantering bidrar till partiklar och föroreningar samtidigt som risk för damning uppstår vid dammande ytor, transporter, lastning och användning av arbetsmaskiner i områden med tunnelmynningar, transportvägar och sänkschakt. Där arbetstunnlar, tvärtunnlar och stationer placeras kommer sprängning att ske vilket ger upphov till ett tillskott av kvävedioxid till utomhusluften då spränggasen ventileras ut genom tunnelmynning eller sänkschakt. Det lokala haltbidraget bedöms vara relativt större än för projektets hela geografiska område. Ökningen av luftföroreningar bedöms vara begränsad till det geografiska området där de olika momenten utförs under byggtiden. Skyddsåtgärder kan vidtas för att minska spridning av partiklar från damning men även från arbetsmaskiner och fordon genom att ställa krav på hanteringen. Sammantaget bedöms projektet innebära små negativa konsekvenser avseende luftkvalitet under byggtiden.

Indirekta konsekvenser uppstår inom aspekterna klimat, människors hälsa och hushållning med mark och landskap där konsekvenserna av utbyggnaden av den nya tunnelbanan bedöms bli positiva. Riksintressen bedöms inte påverkas med avseende på den grundvattenbortledning som nya tunnelbanan ger upphov till. Projektet och genomförandet sker i linje med relevanta nationella miljömål och försvårar inte uppfyllandet av miljö kvalitetsnormer.

En sammanfattning av projektets konsekvenser redovisas i Tabell 1 nedan.

Tabell 1. Sammanfattning av konsekvenser som kan uppstå av vattenverksamheten under bygg- och drifttiden samt övriga störningar under byggtiden.

SAMMANFATTNING AV KONSEKVENSER	
ASPEKT	KONSEKVENSER UTBYGGNADSLTERNATIV
Byggnader och anläggningar i jord	Små negativa konsekvenser
Grundvatten i berg och energibrunnar	Måttligt negativa konsekvenser under byggtiden Små negativa konsekvenser under drifttiden
Spridning av föroreningar	Små negativa konsekvenser under byggtiden Små positiva konsekvenser under drifttiden
Ytvatten	Små negativa konsekvenser
Naturmiljö	Ingen konsekvens
Kulturmiljö	Små negativa konsekvenser
Buller	Måttliga till stora negativa konsekvenser under byggtiden
Stomljudd	Måttliga till stora negativa konsekvenser under byggtiden
Vibrationer	Små negativa till inga konsekvenser under byggtiden
Luftkvalitet	Små negativa konsekvenser under byggtiden

1 Inledning

Region Stockholm avser att ansöka om tillstånd enligt 11 kap. miljöbalken för anläggande och drift av den nya tunnelbanan mellan Fridhemsplan och Älvsjö. Denna miljökonsekvensbeskrivning (MKB) utgör underlag till tillståndsansökan för vattenverksamhet enligt miljöbalken som tas fram med anledning av grundvattenbortledning under anläggande och drift av tunnelbanan.

1.1 Bakgrund och syfte

Stockholm hör till de mest snabbväxande städerna i Europa med en tillväxt på drygt 35 000 personer om året. Enligt prognoser förväntas den totala befolkningen i Stockholms län öka från dagens 2,4 miljoner till 3,4 miljoner år 2050. Det ligger en utmaning i att möta denna tillväxt på ett hållbart sätt och parallellt tillgodose de ökade behoven av fler bostäder och arbetsplatser. Samtidigt ökar även trängseln 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. Den nya tunnelbanan är därför en viktig pusselbit för hela Stockholmsregionens utveckling.

För att möta det ökade behovet av bostäder och kollektivtrafik i Stockholms län har staten, Region Stockholm, 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, tio nya tunnelbanestationer och nybyggnation av 78 000 bostäder i länet. I april 2017 tecknades ytterligare ett avtal mellan stat, kommun och landsting i den så kallade Sverigeförhandlingen om att investera i nya kollektivtrafikobjekt och möjliggöra nya bostäder. I detta avtal ingick att bygga ut tunnelbana mellan Fridhemsplan och Älvsjö, se Figur 1. Denna miljökonsekvensbeskrivning utgör underlag för Region Stockholms ansökan om tillstånd enligt 11 kap. miljöbalken för vattenverksamhet med anledning av anläggande och drift av ny tunnelbana mellan Fridhemsplan och Älvsjö samt för den nya tunnelbanedepån som planeras i Älvsjö industriområde. Den nya tunnelbanelinjen blir drygt åtta kilometer lång och planeras få sex stationer: Fridhemsplan, Liljeholmen, Årstaberget, Årstafältet, Östbergahöjden och Älvsjö.

Tunnelbanelinjen kommer att gå under mark längs hela sträckan och vara belägen under befintliga grundvattennivåer. Detta innebär att bortledning av grundvatten från anläggningen under bygg- och drifttiden kommer att vara aktuellt, en åtgärd som kräver tillstånd enligt 11 kap. 9 § miljöbalken. Anläggandet av den nya tunnelbanan till Älvsjö kommer att innebära en miljöpåverkan kopplat till grundvattenbortledning, resursanvändning och störningar under byggtiden. Region Stockholm har bedömt att den planerade verksamheten med tunnelbana till Älvsjö kan antas medföra betydande miljöpåverkan enligt miljöbalken. Därav har inget undersökningssamråd och beslut från Länsstyrelsen i Stockholm behövts. Inget undersökningssamråd har därmed genomförts.

Detta dokument utgör en miljökonsekvensbeskrivning enligt 6 kap. 35 § miljöbalken tillhörande tillståndsprövningen för utbyggnaden av tunnelbanan mellan Fridhemsplan och Älvsjö, med

avseende på de miljökonsekvenser som kan uppstå till följd av planerad vattenverksamhet, samt de övriga störningar som kommer att uppkomma under byggtiden för projektet. En specifik miljöbedömning genomförs enligt 6 kap. 20 § miljöbalken och avgränsningssamråd enligt 6 kap. 29 § miljöbalken har hållits. Sju större samrådsinsatser har genomförts för allmänheten, myndigheter, organisationer och företag. Utöver de särskilda samrådstillfällena har löpande samråd skett under hela planeringsfasen.

Syftet med miljökonsekvensbeskrivningsprocessen är att identifiera, beskriva och bedöma de miljökonsekvenser som utbyggnaden av tunnelbanan kan ha på miljön och människors hälsa.

Förberedande arbeten planeras starta år 2025. Byggnation av tunnelanläggningen startar när nödvändiga tillstånd är klara och byggtiden bedöms till cirka nio år.



Figur 1. Planerat och befintligt tunnelbanesystem i Stockholmsregionen.

1.2 Avgränsning

Utöver tunnelbanesystemet behövs en depå för tunnelbanan mellan Fridhemsplan och Älvsjö. I det övergripande projektet för planering av tunnelbanan och depån kommer totalt tre typer av MKB:er att tas fram; MKB för ansökan om tillstånd enligt miljöbalken, MKB för järnvägsplan för spårlinje och stationer och MKB för järnvägsplan för depå. De detaljplaner som tas fram för tunnelbanan och depån kommer att kunna tillgodoräkna sig MKB:erna för järnvägsplanerna. I detta dokument, MKB för miljöprövningen, kommer både spårlinjen och stationerna samt depån att hanteras.

MKB-dokumenterna för tillstånds- respektive planprocess har delvis olika syfte och fokus. MKB:n för tillståndsprövningen enligt miljöbalken utgår från den bedömning av miljökonsekvenser som behövs för prövningen av vattenverksamheten, medan järnvägsplan och detaljplan i huvudsak

reglerar markanvändningen. Järnvägsplanerna reglerar också vilka skyddsåtgärder som behövs i den färdiga anläggningen för tunnelbanan och depån med hänsyn till omgivningen och reglerar markåtkomst. Miljökonsekvensbeskrivningen för miljöprövningen redovisar de miljökonsekvenser som kan uppkomma till följd av vattenverksamheten både under byggtiden och drifttiden samt de omgivningsstörningar som kan uppkomma under byggtiden. I enlighet med praxis beskrivs även miljökonsekvenserna av anläggandet av tunnelbaneanläggningen och depån i denna miljökonsekvensbeskrivning. I järnvägsplanen regleras inte skyddsåtgärder för byggtiden även om ytor kan behövas för exempelvis infiltration. Denna typ av ytor kommer att hanteras med särskilda avtal.

1.2.1 Miljöaspekter

Följande miljöaspekter belyses i denna miljökonsekvensbeskrivning:

- Påverkan på hus eller anläggningar till följd av förändringar av grundvattennivåer, främst i form av sättnings- och sänkta vattennivåer i brunnar.
- Påverkan på naturmiljö eller människors hälsa till följd av ändrade spridningsvägar för föroreningar i grundvatten.
- Påverkan på naturmiljön från utsläpp av dränvatten och länshållningsvatten.
- Påverkan på naturmiljö till följd av grundvattennivåsänkningar, exempelvis minskning av växttillgängligt vatten.
- Påverkan på kulturmiljö i form av sättnings- till följd av 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 till följd av vibrationer.
- Påverkan från masshantering och transporter, framför allt hushållning av naturresurser och påverkan på människors hälsa.

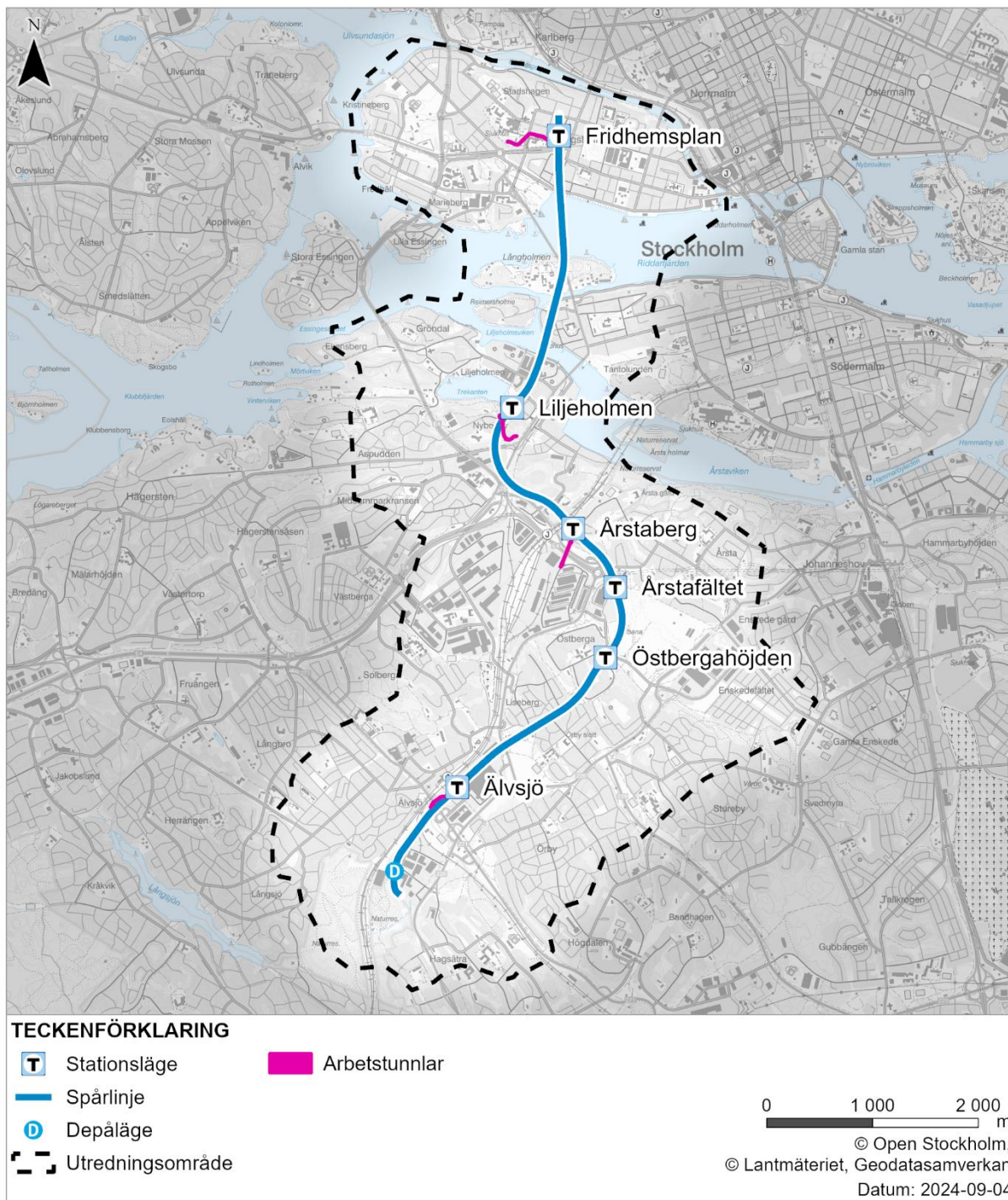
Miljöaspekten radon har avgränsats bort då förekomst av och risken för spridning av radon är försumbar kopplat till förväntade grundvattennivåsänkningar.

1.2.2 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 pågå i cirka nio år. Konsekvenser i samband med drifttiden avser en tänkt situation då tunnelbanan beräknas vara färdigställd och i drift sedan en längre tid.

1.2.3 Geografisk avgränsning

Inventering och utredningar av grundvattenförhållanden, geologi, geoteknik, samt natur- och kulturvärden, har skett inom ett utredningsområde för grundvatten, som benämns utredningsområde här, se Figur 2. Utredningsområdet är ett väl tilltaget område där Region Stockholm i tidigt skede bedömde att grundvattnet möjligen kunde påverkas. Denna information har legat till grund för grundvattenutredningarna. Inom utredningsområdet har även känsliga byggnader, anläggningar, ledningar, vatten- och energibrunnar identifierats.



Figur 2. Planerad tunnelbana med utredningsområde för grundvatten.

Utredningsområdet för grundvatten har också använts som avgränsning för samrådskretsen.

Beskrivning av grundvattenförhållanden görs för utredningsområdet medan påverkan som är kopplad till vattenverksamheten utförs inom det påverkansområde för grundvatten som tas fram. Påverkansområdet är det område som kan påverkas av grundvattensänkning om inga skyddsåtgärder så som infiltration genomförs. Det är utformat utifrån resultatet av genomförda hydrogeologiska fältundersökningar och beräkningar, och redovisas i avsnitt 6.3.1 samt i PM Hydrogeologi (Bilaga C till ansökan). Påverkansområdet ligger i sin tur som grund för bedömning av konsekvenser för specifika objekt och värden i miljökonsekvensbeskrivningen.

Aspekter beskrivs under byggtiden inom det område som behövs med hänsyn till förståelse för projektets påverkan och konsekvenser. De aspekter vars gränser inte enbart avser utrednings- eller påverkansområde är:

- Bullerstörningar, stomljud 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 utanför detta område kan inte befaras uppkomma.
- Hushållning med mark och landskap och påverkan på människors hälsa till följd av masshantering och transporter ger upphov till störningar som beskrivs inom ramen för miljöaspekterna spridning av föroreningar, luftburet buller, luftkvalitet och klimat.

1.3 Metodik

I denna MKB identifieras och beskrivs den omgivningspåverkan som kan följa av projektet och vilka effekter och konsekvenser som påverkan kan medföra. En utförlig beskrivning av de delar av anläggningen som kräver tillstånd för vattenverksamhet redovisas i Teknisk beskrivning (Bilaga A till ansökan). Inventeringsresultat och förutsättningar inom utredningsområdet för grundvatten redovisas i PM Hydrogeologi (Bilaga C till ansökan).

Detaljerade resultat kopplat till ytvattenpåverkan redovisas i Bilaga B1, *Miljö kvalitetsnormer för ytvatten*.

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 används däremot begreppen med skilda betydelser, detta för att göra beskrivningarna så entydiga som möjligt.

Påverkan

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

Effekt

Effekten är den förändring av miljö kvaliteter som uppstår till följd av projektets påverkan, till exempel att en energibrunn får lägre vattennivå eller om 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.

Slutligen görs konsekvensbeskrivningar 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.

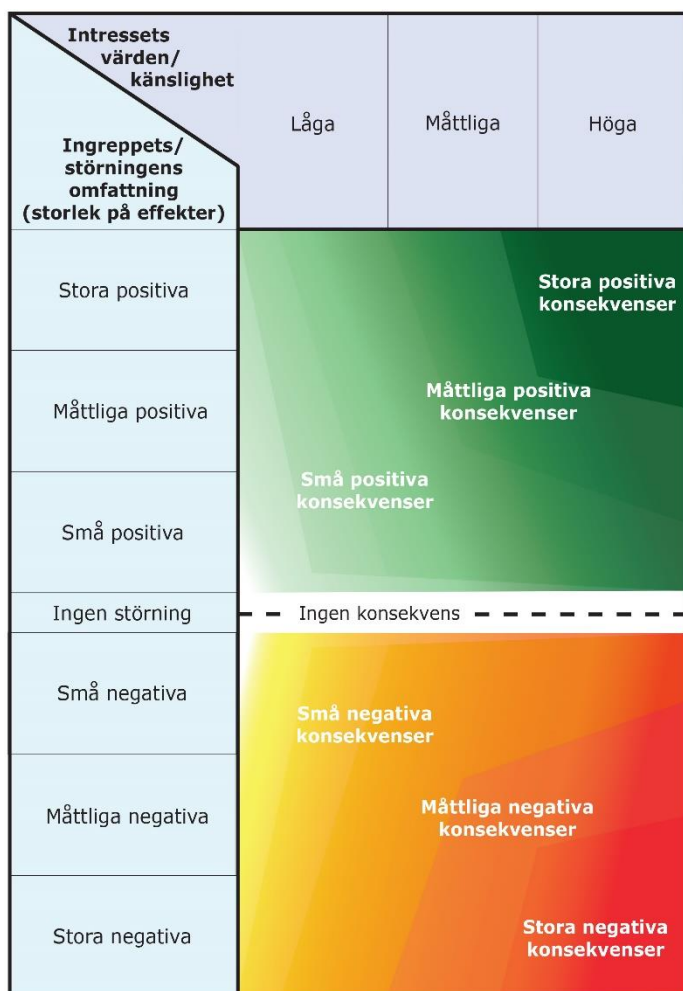
Matrisen nedan ger en förenklad beskrivning av metodiken bakom miljökonsekvensbeskrivningens konsekvensbedömningar, se Figur 3. Om ett geografiskt område med stort värde påverkas i stor omfattning innebär det stora konsekvenser, medan en liten störning på ett område med stort värde innebär måttliga konsekvenser. Små konsekvenser uppstår enbart vid små störningar eller liten påverkan i områden med låga värden eller låg känslighet. Konsekvenser som kan uppstå kan vara negativa eller positiva.

En bedömning har gjorts av vilken påverkan som projektet antas medföra för respektive delområde och hur stor effekten av denna påverkan blir. Skalan som används för att beskriva effekterna är stora negativa effekter, måttliga negativa effekter, små negativa effekter, ingen effekt eller inverkan, stora positiva effekter, måttliga positiva effekter, små positiva effekter.

Storleken på konsekvensen har bedömts genom en sammanvägning av värdet och omfattningen av ingreppet i respektive delområde. För att få en samlad bedömning av konsekvensen för respektive miljöaspekt har en sammanvägning för konsekvenserna för alla berörda delområden gjorts. Skalan som används för konsekvenser är stora positiva konsekvenser, måttliga positiva konsekvenser, små positiva konsekvenser, ingen konsekvens, små negativa konsekvenser, måttliga negativa konsekvenser, stora negativa konsekvenser. Konsekvensbedömningen utförs gemensamt för bygg- och drifttiden om inget annat anges. För indirekta konsekvenser där kvantifiering inte görs blir bedömningsskalan positiva konsekvenser eller negativa konsekvenser.

Skyddsåtgärd

Med skyddsåtgärd avses i denna MKB skadeförebyggande eller skadebegränsande åtgärder.



Figur 3. 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.

2 Planeringsunderlag

2.1 Miljödomar

Inom utredningsområdet för tunnelbanan finns ett antal verksamheter med miljödomar. Vissa av dessa gällande tillstånd för vattenverksamhet kan tunnelbanan behöva ta hänsyn till. De som nämns nedan i Tabell 2, har inventerats med anledning av pågående vattenverksamheter, det vill säga bortledning eller uttag av grundvatten samt infiltration av vatten.

Tabell 2. Miljödomar med restriktioner med avseende på grundvatten utmed planerad sträcka för tunnelbana.

PLATS/OMRÅDE/KVARTER /NAMN	MÅLNUMMER	ÄNDAMÅL	TILLSTÅNDET INNEBÄR
Kungsholmen	M 5507-08	Ledningstunnlar	Bortleda, till tunnarna, inläckande grundvatten.
Kungsholmen, Stadshagen 1:1	M 1657-07	Fjärrkylalager	Bortleda, till tunnel och bergum, inläckande grundvatten. Utföra skyddsinfiltation vid behov. Inläckaget får under byggtid och drifttid som riktvärde inte överstiga 13.700 m ³ /år eller 1.300 m ³ /månad.
Södermalm, Templet 3, Högalidsgaraget	M 30237-04	Bergumsgarage	Bortleda, till bergum, inläckande grundvatten.
Från Åkeshov i Bromma till Sicklaanläggning vid Hammarbybacken, SFA-tunneln	M 3980-15	Tunnel för avloppsvatten	Bortleda, till tunneln, inläckande grundvatten. Utföra skyddsinfiltation vid behov.
Aspudden 1:1 (del av), Svavelsyrans 1- 4, Vinterviken 1 och 3-4, Portvaktstugan 1 samt Skogsduvan 1	M 7428-16	Saneringsåtgärder	Tillfällig grundvattenbortledning och -avsänkning under tiden för pågående saneringsarbete. Utföra skyddsinfiltation vid behov.

PLATS/OMRÅDE/KVARTER /NAMN	MÅLNUMMER	ÄNDAMÅL	TILLSTÅNDET INNEBÄR
Liljeholmen, Liljeholmen 1:1	M 32102-05	Bergsrumsgarage	Bortleda, från bergrum, inläckande grundvatten. Flödet av inläckande grundvatten får inte överstiga 38 l/min som ett månadsmedelvärde och riktvärde.
Årstafältet	M 1512-16	Dagvattendamm och ledningsarbeten	Bortleda grundvatten under byggtiden av planerad dagvattendamm, dagvattenkulvert samt övriga ledningar. Infiltrera vatten.
Årstafältet m.fl.	M 901-06	Kraftledningstunnel Solberga-Skanstull	Bortleda grundvatten samt infiltrera vatten.
Södra länken	VA 48/93	Vägtunnel	Bortleda grundvatten och infiltrera vatten.
Älvsjö, Älvsjö-Långbrotunneln	M 4526-19	Tunnel för dagvatten	Bortleda, till tunneln, inläckande grundvatten.
Älvsjö-Örby, Mässtunneln	M 1131-19	Tunnel för avloppsvatten	Bortleda, till tunneln, inläckande grundvatten. Utföra skyddsinfiltration vid behov. Slutliga inläckagevillkor för drifttiden återstår att fastställa.

2.2 Detaljplaner

Utbyggnaden av tunnelbanan får inte strida mot gällande detaljplaner. Därför arbetar Stockholms stad med att ta fram de detaljplaner som krävs för att tunnelbanan ska kunna byggas samt ändrar befintliga detaljplaner med nya planbestämmelser för att reglera ytor och utrymmen där tunnelbanan anläggs.

Detaljplaner har sökts längs med spårlinjen, i syfte att kartlägga eventuella restriktioner med avseende på grundvatten. Totalt 13 detaljplaner har sådana restriktioner, och redovisas i Tabell 3. Tolv av dessa planer kommer att antingen upphävas eller att ändras. Region Stockholm säkerställer att grundvattenbortledning och infiltration kommer att vara förenligt med kommande planer. Grundvattenbortledningen som beskrivs i denna miljökonsekvensbeskrivning strider inte mot några nu gällande detaljplaner.

Tabell 3. Detaljplaner med restriktioner med avseende på grundvatten utmed planerad sträcka för tunnelbana.

PLATS/OMRÅDE/KVARTER/NAMN	BETECKNING	KOMMENTAR
Åbymotet (område vid kv. Kallsjön)	92094	Anger lägsta nivå för grundvattendrainerande ingrepp. Den lägsta nivån gäller på specifika platser inom detaljplanen. Nivån får underskridas om utredning visar att skadlig grundvattensänkning ej sker eller detta uppfyllas med byggnadsteknik. Nivån får underskridas för bergtunnel.
Liljeholmstorget del av m.m.	93019	Grundvattenobservationer saknas i området. Iakttagelser tyder på en högsta grundvattennivå på +2,5m. Grundvattendrainerande ingrepp får inte göras under denna nivå. Anger lägsta nivå för grundvattendrainerande ingrepp.
Årstafältet m.m.	93045	Anger lägsta nivå för drainerande ingrepp. Den lägsta nivån anges i plankartan för vissa specifika platser.
Snabbspårvägen genom Årstadelen mellan Årsta och Liljeholmen	96007	Anger lägsta nivå för grundvattendrainerande ingrepp. Nivån får underskridas om utredning visar att skadlig grundvattensänkning ej sker eller detta uppfyllas med byggnadsteknik. Får underskridas för bergtunnel.
K.v Karet m.m.	2000-00694A	Grundvattendrainerande ingrepp tillåts ej.
Postgården 1 m.fl.	2013-00525	Innefattar skyddsbestämmelser för att motverka grundvattensänkningar. Anger att åtgärder måste utföras vid schakt- och grundläggningsarbeten under grundvattnets trycknivåer för att undvika grundvattensänkningar i närområdet. Tätspont och vattentäta konstruktioner utförs vid behov. Återinfiltration utanför schakt anges som åtgärd mot påverkan på grundvattennivån.
Postgården 1 (Årstafältet etapp 3)	2014-15979	Anger att åtgärder måste utföras vid schakt- och grundläggningsarbeten under grundvattnets trycknivåer för att undvika grundvattensänkningar i närområdet. Tätspont och vattentäta konstruktioner utförs vid behov. Återinfiltration utanför schakt anges som åtgärd mot påverkan på grundvattennivån.

PLATS/OMRÅDE/KVARTER/NAMN	BETECKNING	KOMMENTAR
Kv. Knoppen m.m.	PI 7780	Anger lägsta nivå för grundvattendrainerande ingrepp.
Kv. Bulten och kv. Skruven m.m.	7864A	Anger lägsta nivå för grundvattendrainerande ingrepp.
Kv. Stora Katrineberg m.m.	PI 8004	Anger lägsta nivå för grundvattendrainerande ingrepp samt lägsta nivå för schakt.
Kv. Lagerhallen	PI 8186	Anger att grundvattendrainerande ingrepp en meter under markytan inte bör utföras. Anger även att drainerande ingrepp inte får göras under en nivå av cirka en meter under befintlig markyta, under denna nivå skall byggnad uppföras med vattentät konstruktion.
Delar av kv. Arbetaren m.fl.	PI 8262	Anger lägsta nivå för grundvattendrainerande ingrepp.
Kv. Karlsvik och del av kv. Gjuteriet mm	PI 8435	Anger lägsta nivå för grundvattendrainerande ingrepp.

2.3 Järnvägsplan

För att säkerställa tillgång till den mark som behövs för att anlägga tunnelbanan och den nya depån i Älvsjö tillämpas lagen om byggande av järnväg, som reglerar processen för att ta fram en järnvägsplan. Arbetet med att ta fram järnvägsplanerna för spårlinjen och stationer samt depån sker parallellt med tillståndsansökan. Järnvägsplanerna redovisar de mark- och utrymmesanspråk som behövs ovan och under mark, både permanent och temporärt, för att genomföra utbyggnaden av tunnelbanan och depån. I en järnvägsplan prövas det som avses ingå i järnvägen mot 2–4 kap. och 5 kap. 3–5 §§ miljöbalken.

Järnvägsplanerna och de detaljplaneändringar som krävs för tunnelbaneutbyggnaden sker med samordnat förfarande, vilket framför allt innebär att kommunen tillgodoräknar järnvägsplanernas samråd och MKB i detaljplaneprocesserna för de detaljplaner som berörs.

För järnvägsplanerna är det Trafikverket som prövar och fattar beslut om att fastställa järnvägsplanerna. Detaljplanerna och järnvägsplanerna planeras att ställas ut för granskning under våren 2025.

2.4 Regional utvecklingsplan

Det finns en regional utvecklingsplan för Stockholmsregionen som utgör en strategisk plan med syfte att skapa en hållbar utveckling av regionen. Planen tar hänsyn till miljö-, ekonomiska och sociala faktorer och syftar till att skapa en balans mellan dessa. Utgångspunkten i den regionala utvecklingsplanen är den starka befolkningstillväxten och ett av delmålen i utvecklingsplanen är att skapa en balans mellan stad och landsbygd samt förbättra tillgängligheten för invånarna i regionen genom att utöka kollektivtrafiken och cykelväg nätverket. Utvecklingsplanen lyfter att bebyggelseutvecklingen ska ske i de bästa kollektivtrafiklägena och förutsättningarna för detta

behöver därför skapas genom att bygga ut kollektivtrafiksystemet. I utvecklingsplanen pekas Älvsjö ut som en av de potentiella storregionala bytespunkterna som kan stärka och öka tillgängligheten till de regionala stadskärnorna för att skapa bättre utvecklingsförutsättningar, exempelvis med utbyggnad av Spårväg Syd från Älvsjö till Flemingsberg.

2.5 Kommunala översiktsplaner

Översiktsplanen för Stockholms stad vann laga kraft den 23 mars 2018. Översiktsplanen tar sin utgångspunkt i den växande staden och pekar ut huvudinriktningen för stadsutvecklingen de kommande 25 åren. Översiktsplanen bygger på fyra mål som bland annat innebär att utbyggnadstakten i staden säkerställer bostäder och samhällsfunktioner samt god livsmiljö och tillgänglighet. Minskad klimatpåverkan och resursförbrukning främjas genom effektiv markanvändning och transporteffektiv stadsstruktur. Tunnelbanan mellan Fridhemsplan och Älvsjö lyfts som en bidragande faktor till stadsutvecklingsmöjligheter längs den planerade sträckan, där utbyggnaden kommer att stärka den fortsatta utvecklingen i bland annat Liljeholmen och Älvsjö. I översiktsplanen lyfts även möjliga framtida förbindelser till Älvsjö som tillsammans med tunnelbanan ökar tillgängligheten i kommunen.

2.6 Miljökvalitetsnormer

Miljökvalitetsnormer (MKN) 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 ytvatten, utomhusluft och omgivningsbuller. Miljökvalitetsnormerna syftar till att skydda människors hälsa och miljön genom att säkerställa att nivåerna av föroreningar inte överskrider säkra och acceptabla gränser. Miljökvalitetsnormer används också som verktyg för att övervaka och utvärdera miljötillståndet och för att fastställa vilka åtgärder som behöver vidtas för att uppnå en god miljökvalitet. Myndigheter och kommuner ansvarar för att miljökvalitetsnormer följs, bland annat genom prövning och tillsyn av verksamheter och planer.

2.6.1 Ytvatten

Miljökvalitetsnormer för ytvatten syftar till att säkra Sveriges ytvattenkvalitet. En miljökvalitetsnorm för ytvatten anger den kvalitet en ytvattenförekomst ska ha uppnått till en viss tidpunkt och bedöms i ekologisk och kemisk kvalitet. Enligt 5 kap. 4 § miljöbalken får en myndighet eller kommun inte tillåta att en verksamhet eller åtgärd påbörjas som skulle leda till en ökning av föroreningar eller störningar som resulterar i en försämring av vattenmiljön eller äventyrar möjligheten att uppnå den status eller potential som vattnet ska ha enligt en miljökvalitetsnorm.

Vattenmyndigheterna ansvarar för att vattenförekomster blir statusklassificerade, vilket görs inom bestämda förvaltningscykler. För ytvatten finns ekologisk och kemisk status där den ekologiska statusen bedöms i en femgradig skala: hög, god, måttlig, otillfredsställande och dålig medan den kemiska statusen bedöms som antingen god eller uppnår ej god och grundar sig på Vattendirektivet¹ och de gränsvärden för 33 prioriterade ämnen som tas upp där. De ytvattenförekomster som berörs av utbyggnaden av tunnelbanan anges i avsnitt 3.2.1.

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

Förutom miljö kvalitetsnormer för vatten gäller även det så kallade icke-försämringskravet som innebär att det nuvarande fastställda tillståndet i en vattenförekomst inte får försämrast. Skillnaden mot miljö kvalitetsnormerna är att icke-försämringskravet innebär att de förhållanden som råder i en vattenförekomst inte får försämrast i otillåten omfattning.

Samtliga vatten som har miljö kvalitetsnormer beskrivs som vattenförekomster och finns i databasen VattenInformationsSystem Sverige (VISS). Varje vattenförekomst har ett ID-nummer och en beskrivning av dess status.

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 till angiven tidsfrist.

Den ekologiska statusen grundar sig på de tre kvalitetsfaktorer biologiska, fysikalisk-kemiska och hydromorfologiska som i sin tur består av underliggande parametrar 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. De underliggande parametrarna bedöms för att erhålla statusklassningen för den överliggande kvalitetsfaktorn. De tre kvalitetsfaktorerna sammanslås och utgör en statusnivå i den femgradiga klassificeringen av den ekologiska statusen.

Den kemiska statusen utgår från de prioriterade ämnena i Vattendirektivet, som för vilka det föreslås åtgärder för att minska eller fasa ut utsläppen av ämnena. 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.

2.6.2 Grundvatten

Miljö kvalitetsnormer finns även för grundvatten och utgår som för ytvatten från bedömning av vattenförekomstens status för att säkra vattenkvaliteten. För grundvatten bedöms den kemiska och den kvantitativa statusen, som antingen god eller otillfredsställande. Vattenmyndigheterna klassificerar grundvattenförekomster som används för uttag av dricksvatten som ger mer än 10 kubikmeter per dag i genomsnitt eller betjänar mer än 50 personer. De grundvattenmagasin som finns inom det aktuella området är inte klassade som grundvattenförekomster och omfattas inte av miljö kvalitetsnormer för grundvatten enligt VISS. Grundvattenförekomster med avseende på miljö kvalitetsnormer beskrivs därmed inte vidare i dokumentet.

2.6.3 Luft

EU:s ramdirektiv för luft implementerades som miljö kvalitetsnormer i den svenska lagstiftningen år 2010. Miljö kvalitetsnormerna för utomhusluft anges som gränsvärden i luftkvalitetsförordningen (2010:477) för olika typer av luftföroreningar. Med utomhusluft avses enligt luftkvalitetsförordningen utomhusluften med undantag för arbetsplatser samt vägtunnlar och tunnlar för spårbinden trafik. Gränsvärdena för föroreningsnivåerna är juridiskt bindande och får inte överskridas. För närvarande finns miljö kvalitetsnormer gällande utomhusluft för bland annat kvävedioxid, kväveoxid, partiklar (PM₁₀ och PM_{2,5}), bensen, kolmonoxid, svaveldioxid, ozon och bly. I urban miljö är det framför allt kvävedioxid och partiklar som är relevanta att undersöka då halterna för dessa ämnen generellt ligger nära gränsvärdena. Under byggtiden bedöms både NO₂ och PM₁₀ vara relevanta att bedöma mot miljö kvalitetsnormer, se Tabell 4. Partiklar emitteras under byggtiden exempelvis vid arbetstunnlarnas mynnningar och vertikala schakt.

Tabell 4. Miljökvalitetsnormer för kvävedioxid och partiklar.

ÄMNE	MEDELVÄRDESTID	MKN ($\mu\text{G}/\text{M}^3$)	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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ under en timme ⁴ mer än 18 gånger per kalenderår
PM ₁₀	1 år	40	Medelvärde
	1 dygn	50	Får överskridas 35 gånger ⁵ per kalenderår

2.6.4 Buller

Miljökvalitetsnormerna för buller framgår i förordning (2004:675) om omgivningsbuller. Kommuner med fler än 100 000 invånare ska vart femte år kartlägga och förklara bullersituationen med strategiska bullerkartor. Miljökvalitetsnormen för buller gäller omgivningsbuller från vägar, järnvägar, flygplatser och industriell verksamhet. 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 och beskrivas därmed inte vidare i dokumentet.

² 7 gånger per kalenderår för dygnsvärden 98-percentil

³ 175 gånger per kalenderår för timvärden 98-percentil

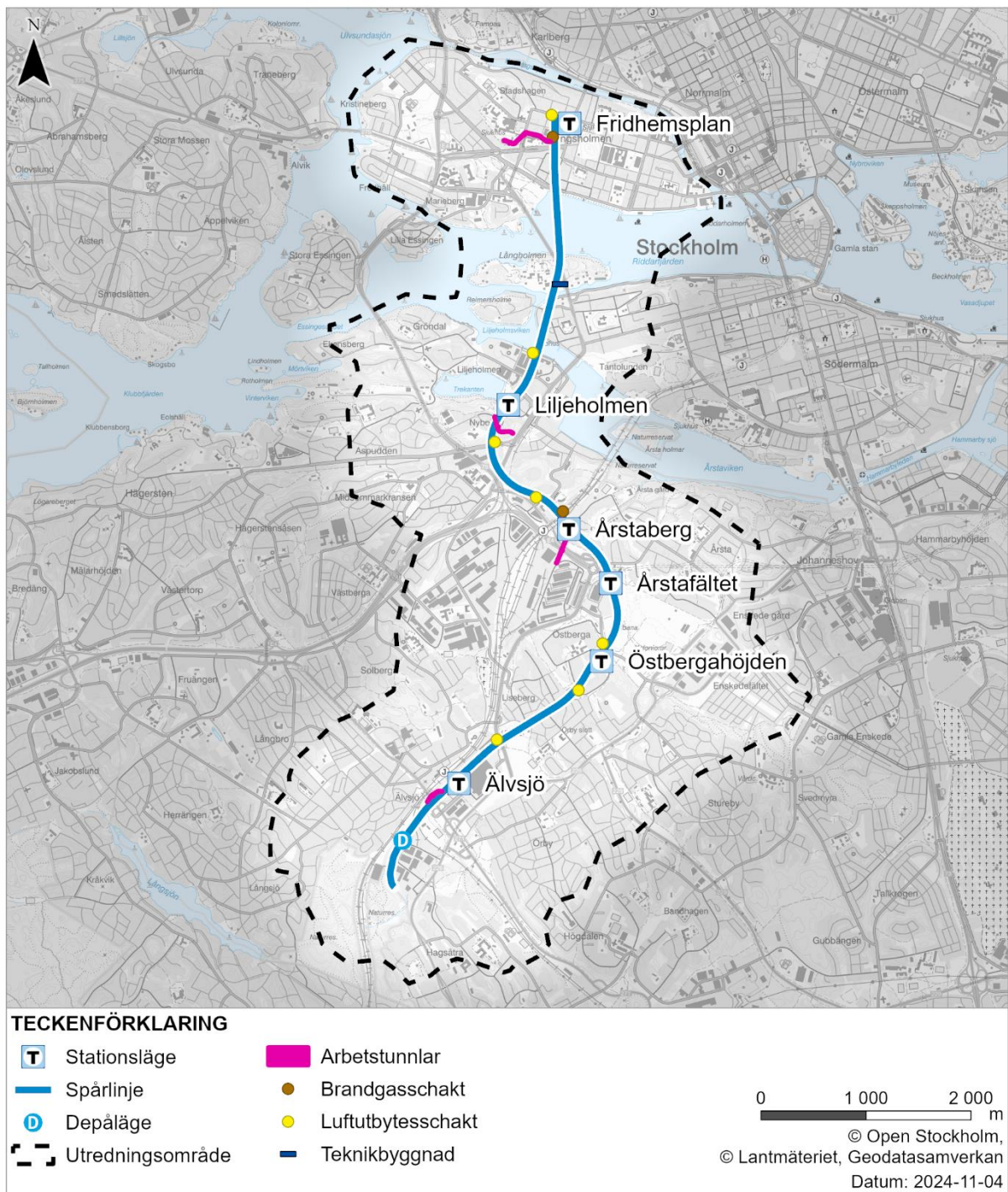
⁴ 18 gånger per kalenderår för timvärden 99,8-percentil

⁵ 35 gånger per kalenderår för dygnsvärden 90-percentil

3 Beskrivning av området

3.1 Lokalisering

Tunnelbanan planeras gå mellan befintlig station Fridhemsplan till Älvsjö. Linjen planeras under befintlig stadsmiljö och det storskaliga sprickdalslandskap som är typiskt för Stockholm med förkastningsbranter, åsar, dalstråk och vattenytor. Linjen utgår från Kungsholmen i norr, under Riddarfjärden, Långholmen, Långholmskanalen, Södermalm och Liljeholmsviken. Sedan går linjen vidare via Liljeholmen och Årstaberget mot Årstafältet. Vid Årstafältet fortsätter sträckningen söderut via Östberga och vidare mot Älvsjö där även depån lokaliseras inom nuvarande Älvsjö industriområde. Flertalet områden som tunnelbanan planeras passera under är under stadsutveckling. Utbyggnaden sker inom Stockholms stad. I Figur 4 visas sträckningen och utredningsområdet för grundvatten, som utgör den geografiska avgränsningen för undersökningar som ligger till grund för miljökonsekvensbeskrivningen.



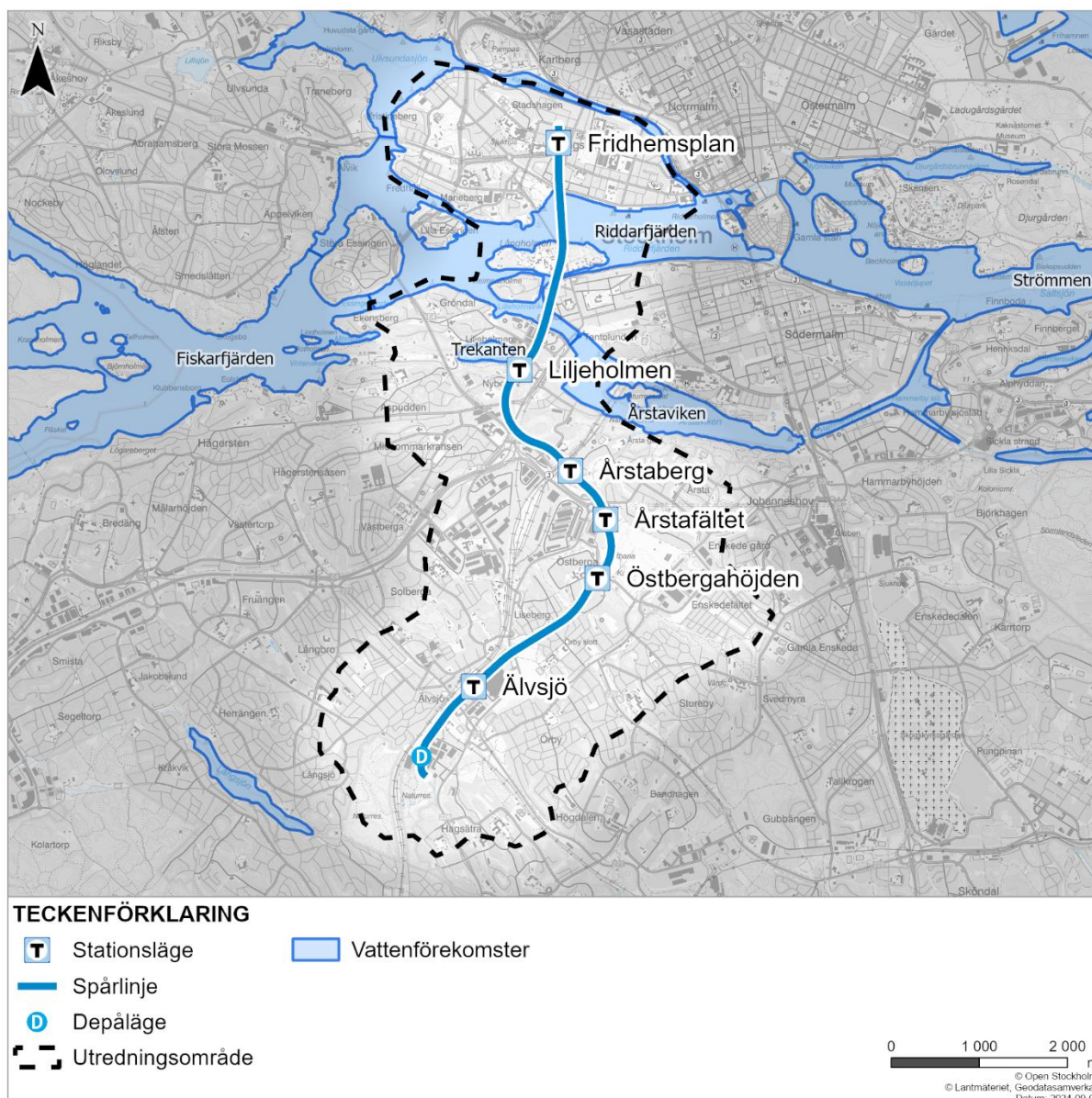
Figur 4. Planerad tunnelbana med utredningsområde för grundvatten. För beskrivning av avläggningen, se avsnitt 4.1.

3.2 Mark- och vattenförhållanden

3.2.1 Ytvatten

De ytvattenrecipienter som kan komma att beröras direkt av aktuell tunnelbanelinje är Mälaren-Fiskarfjärden (ID WA96064999), Trekanten (ID WA69010885), Mälaren-Riddarfjärden (ID WA42021115) och Mälaren-Årstaviken (ID WA51082544), som samtliga är sjöar. Strömmen (ID WA79755821) som är en kustvattenförekomst bedöms komma att beröras indirekt. Se Figur 5 för identifierade ytvattenförekomster. För samtliga vattenförekomster gäller miljö kvalitetsnormer för

ytvatten. Information om vattenförekomsternas ekologiska och kemiska status är hämtad från VISS, se Tabell 5 för sammanställning.



Figur 5. Vattenförekomster som kan komma att beröras av den nya tunnelbanan.

Mälaren-Fiskarfjärden

Fiskarfjärden är en fjärd i östra Mälaren på cirka 1600 hektar som sträcker sig mellan Ekerö och Lovön i väst till Stora Essingen i öst och har ett delat tillrinningsområde med Stockholm, Botkyrka, Huddinge, Ekerö och Järfälla.

Vattenförekomsten bedöms i dagsläget ha *Måttlig ekologisk status* på grund av den utslagsgivande parametern makrofyter, där antalet arter av makrofyter var lägre vid inventeringstillfället än antalet som borde förekomma i vattenförekomsten. Den kemiska statusen har klassificerats som *Uppnår ej god* då antracen, bromerade difenyletrar, bly, kvicksilver, PFOS och tributyltenn (TBT) överskrider sina gränsvärden. Miljö kvalitetsnormerna för Fiskarfjärden är beslutade till *God ekologisk status* år 2027 samt *God kemisk status* år 2027, med undantag för polybromerade difenyletrar och kvicksilver.

Betydande påverkan på vattenförekomsten har fastställts för reningsverk, förorenade områden, dagvatten, jordbruk, transport och infrastruktur, enskilda avlopp, atmosfärisk deposition och hästgårdar.

Trekanten

Trekanten är en liten sjö som ligger i stadsdelarna Gröndal och Liljeholmen. Sjön är elva hektar till ytan med ett tillrinningsområde på cirka 60 hektar.

Vattenförekomsten bedöms i dagsläget ha *Måttlig ekologisk status* på grund av den utslagsgivande parametern särskilda förorenande ämnen, där koppar och icke-dioxinlika PCB:er inte når god status. Den kemiska statusen har klassificerats som *Uppnår ej god* då antracen, bromerade difenyletrar, bly, kadmium, kvicksilver, PFOS och tributyltenn (TBT) överskrider sina gränsvärden. Miljö kvalitetsnormerna för Trekanten är beslutade till *God ekologisk status* år 2027 samt *God kemisk status* år 2027, med undantag för polybromerade difenyletrar och kvicksilver.

Mälaren-Riddarfjärden

Riddarfjärden är en central vattenförekomst på cirka 335 hektar i Stockholm mellan Traneberg och Stora Essingen i väst till Riksbron och Centralbron i öst.

Vattenförekomsten bedöms i dagsläget ha *Otillfredsställande ekologisk status* på grund av den utslagsgivande parametern bottenfauna, som baseras på en översiktlig kartläggning av trollsländor utmed vattenförekomstens sjöstrand. Trollsländor som grupp bedöms vara känsliga för förändringar av de morfologiska förhållandena samt flödesförändringar. Den kemiska statusen har klassificerats som *Uppnår ej god* då antracen, bromerade difenyletrar, bly, kadmium, kvicksilver, PFOS och tributyltenn (TBT) överskrider sina gränsvärden. Miljö kvalitetsnormerna för Riddarfjärden är beslutade till *Måttlig ekologisk status* år 2027 samt *God kemisk status* år 2027, med undantag för polybromerade difenyletrar och kvicksilver.

Betydande påverkan på vattenförekomsten har fastställts för reningsverk, förorenade områden, dagvatten, transport och infrastruktur, enskilda avlopp, atmosfärisk deposition, konnektivitet och morfologiskt tillstånd.

Mälaren-Årstaviken

Årstaviken är en vik av Mälaren som ligger mellan Södermalm och Årsta. Vattenytan uppgår till cirka 111 hektar. Ungefär en fjärdedel av tillrinningen kommer från Södermalm och resterande från Östberga, Västberga och Årsta på vikens södra sida.

Vattenförekomsten bedöms i dagsläget ha *Otillfredsställande ekologisk status* på grund av den utslagsgivande parametern bottenfauna, som baseras på en översiktlig kartläggning av trollsländor utmed vattenförekomstens sjöstrand. Trollsländor som grupp bedöms vara känsliga för förändringar av de morfologiska förhållandena samt flödesförändringar. Den kemiska statusen har klassificerats som *Uppnår ej god* då antracen, bromerade difenyletrar, bly, kadmium, kvicksilver, PFOS och tributyltenn (TBT) överskrider sina gränsvärden. Miljö kvalitetsnormerna för Årstaviken är beslutade till *Måttlig ekologisk status* år 2027 samt *God kemisk status* år 2027, med undantag för polybromerade difenyletrar och kvicksilver.

Betydande påverkan på vattenförekomsten har fastställts för förorenade områden, släckskum, dagvatten, transport och infrastruktur, atmosfärisk deposition och morfologiskt tillstånd.

Strömmen

Strömmen är en kustvattenförekomst med en vattenyta om cirka 400 hektar och utgör recipient för Henriksdals och Brommas reningsverk. Vattenförekomsten består av Hammarby sjö, Saltsjön och Djurgårdsbrunnsviken.

Vattenförekomsten bedöms i dagsläget ha *Otillfredsställande ekologisk status* på grund av de utslagsgivande parametrarna övergödning, miljögifter, morfologiska förändringar och flödesförändringar. Övergödning ses som den styrande parametern och baseras på mängden växtplankton i vattnet samt kemiska analyser av kväve och fosfor. Den kemiska statusen har klassificerats som *Uppnår ej god* då antracen, bromerade difenyletrar, bly, kadmium, kvicksilver, fluoranten, PFOS och tributyltenn (TBT) överskrider sina gränsvärden. Miljö kvalitetsnormerna för Strömmen är beslutade till *Otillfredsställande ekologisk status* år 2039 samt *God kemisk status* år 2027, med undantag för polybromerade difenyletrar och kvicksilver.

Betydande påverkan på vattenförekomsten har fastställts för reningsverk, förorenade områden, släckinsatser med brandskum, dagvatten, jordbruk, transport och infrastruktur, enskilda avlopp, atmosfärisk deposition, näringsbelastning från omgivande vatten, konnektivitet, hydrologisk regim och morfologiskt tillstånd.

Tabell 5. Sammanställning av berörda vattenförekomsters nuvarande status och beslutade miljö kvalitetsnormer.

MILJÖKVALITETSNORMER YTVATTEN				
RECIPIENT	NUVARANDE STATUS		MILJÖKVALITETSNORM (MÅLÅR)	
	EKOLOGISK	KEMISK	EKOLOGISK	KEMISK
Mälaren-Fiskarfjärden	Måttlig	Uppnår ej god	God status (2027)	God status (2027)
Trekanten	Måttlig	Uppnår ej god	God status (2027)	God status (2027)
Mälaren-Riddarfjärden	Otillfredsställande	Uppnår ej god	Måttlig status (2027)	God status (2027)
Mälaren-Årstaviken	Otillfredsställande	Uppnår ej god	Måttlig status (2027)	God status (2027)
Strömmen	Otillfredsställande	Uppnår ej god	Otillfredsställande status (2039)	God status (2027)

3.2.2 Jordlager

Området är typiskt för stora delar av Mälardalens kuperade terräng med mindre höjder med synligt berg eller tunnare moränjordtäcke och mellanliggande dalgångar med lerjord. De mellanliggande dalsvackorna följer ofta de huvudsakliga sprick- och svaghetszonernas orientering. Där terrängen generellt är lägre kan bergsryggarna vara helt jordtäckta, exempelvis döljs en förhållandevis varierande bergyta under Enskededalens och Årstafältets plana markyta. I områden med högre liggande mark saknas i stället större jordlagermäktigheter i dalsvackorna och terrängen är mer brant och varierande, exempelvis inom Kungsholmen.

Inom vissa områden med lerjord pågår sättningsrörelser som kan vara orsakade av landhöjning, nedbrytning av organiskt material, förändrade lastförhållanden (byggnation) eller av avsänkta grundvattenförhållanden. En bebyggd miljö är föränderlig och påverkar förhållandena, vilket gör en värdering av pågående sättningar komplicerad. Inom utredningsområdet förekommer större områden med lerjord som är sättningskänsliga, exempelvis vid Råambshovsparken, Liljeholmen, Årstaberg, Årstafältet och Älvsjö, se Figur 6. Inom dessa områden utgör markförhållandena med

sättningskänslig lerjord förutsättningar för att negativa konsekvenser från en temporär eller permanent grundvattenpåverkan kan uppstå.

De största jorddjupen på Kungsholmen finns längs med svaghetszonerna, med jorddjup upp mot 15 till 20 meter vid Rålambshovsparken men även vid Kungsholms torg. Profilritningen av tunnelbanans Blå linje vid station Rådhuset visar att berggrunden är nedskuren till cirka -12. Mellan dessa zoner karaktäriseras markförhållandena av ytligt berg och ofta branta bergssidor ner mot Kungsholmens stränder. Vid Fridhemsplan, där tunnelbanan ska ansluta till den befintliga stationen, finns mindre svackor i berget där jorddjup upp mot 10 meter förekommer. Tidigare påverkan och nuvarande grundvattennivåer gör att det inte bedöms finnas lös, sättningkänslig lera inom dessa mindre svackor. Av historiska kartor från 1800-talet framgår att Norr Mälarstrand är utfylld fram till dagens kajer medan Kungsholms strand är utfylld i betydligt mindre omfattning.

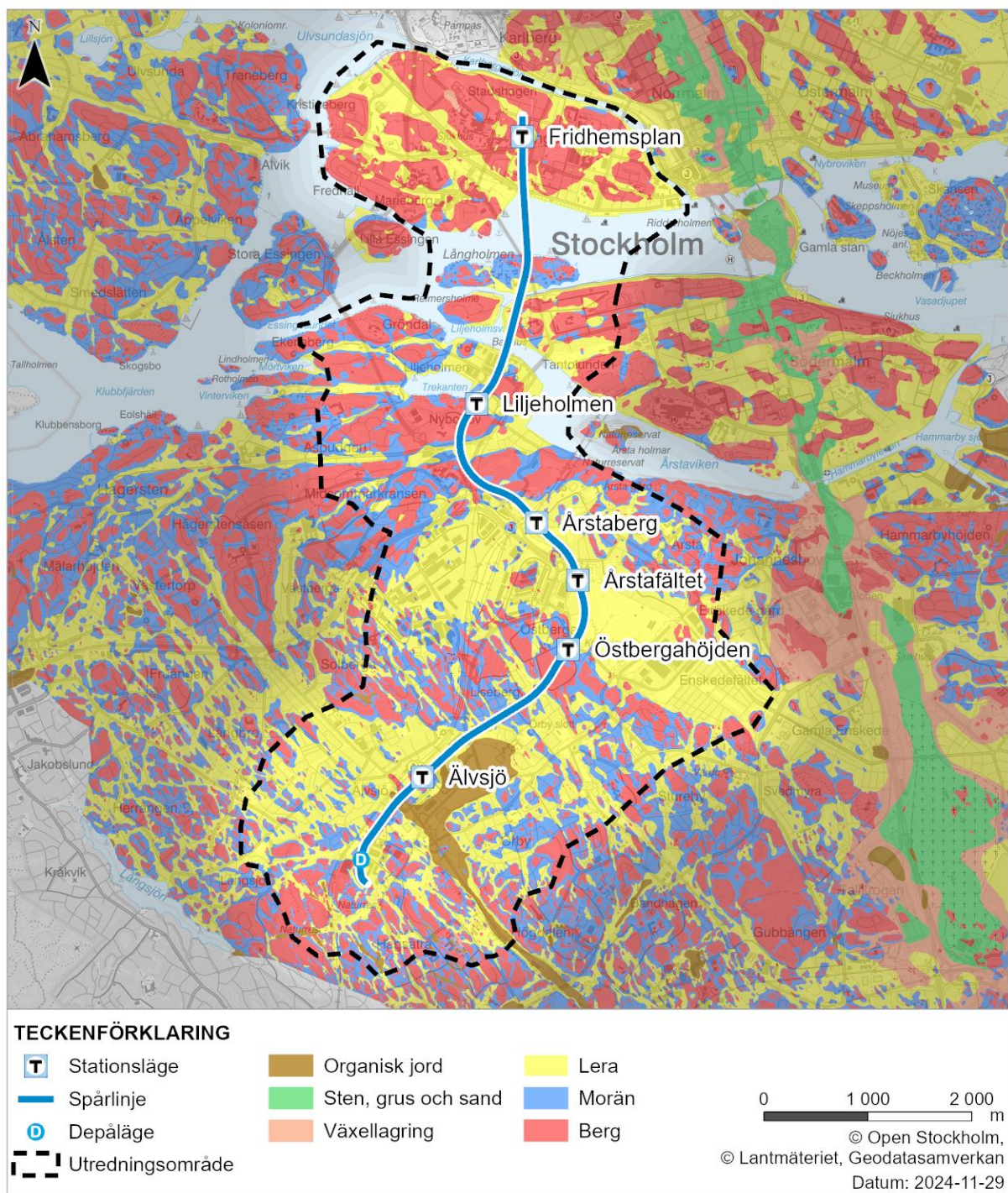
Långholmen har till stor del synligt berg eller täcks av ett tunnare moränjordlager. Vid Långholmskanalens delvis uppfyllda strand förekommer ett lerjordlager på upp mot tio meter. Västra delen av Södermalm har en varierande topografi med bergshöjder. Mellan bergshöjden vid Högalidsskolan och bergshöjden vid Pålsundsparken skapar en marknära bergsrygg ett instängt område med upp till sju och tio meter lerjordlager.

Profilritningen av Röd linje vid Liljeholmstorget visar att berggrunden är djupt nedskuren till nivå cirka -12, motsvarande knappt 20 meter under markytan. Det förekommer mäktiga fyllningslager ovan friktionsjord ovan berg i större delen av området mellan Trekanten och Liljeholmsviken samt Liljeholmstorget och längs Liljeholmskajen.

Inom Västberga industriområde och spårområdet samt vid Årstaberget varierar lermäktigheten upp till 15 meter, respektive tio meter. Jorddjupet varierar då karteringen visar områdesvis förekomst av ytligt berg eller morän. Friktionsjordlagret under leran är tunt.

Även Årstafältet har starkt varierande jordlagermäktighet med områden där bergytan går upp närmare markytan. Generellt återfinns de djupaste jordlagren längs med Årstafältets norra sida med lermäktigheter upp mot 20 meter. Utifrån de relativt tätare nätverk av sonderingar som utförts i området framgår att det undre friktionsjordlagret mestadels är tunt.

Inom Örby och Solberga framträder tydligt de smala lerjordfyllda dalgångarna som mindre sprickssystem i berggrunden gett upphov till. Dessa är mestadels orienterade i nordvästlig till sydostlig riktning. Även inom Långbro villaområde förekommer dessa sprickdalgångar, men är mindre framträdande då jorddjupen är större.



Figur 6. Översiktlig geologisk karta över utredningsområdet.

Mellan Älvsjö och Örby finns ett större område med organisk jord med upp till cirka tre meter mäktighet ovan ett cirka 20 meter mäktigt lerlager. Där Stambanan passerar Stockholmsmässan är lermäktigheten drygt tio meter. Även längs med Magelungsvägen och Älvsjövägen finns mäktigare jordlager längs med den nordvästliga till sydostliga orienterade svaghetszon som passerar området.

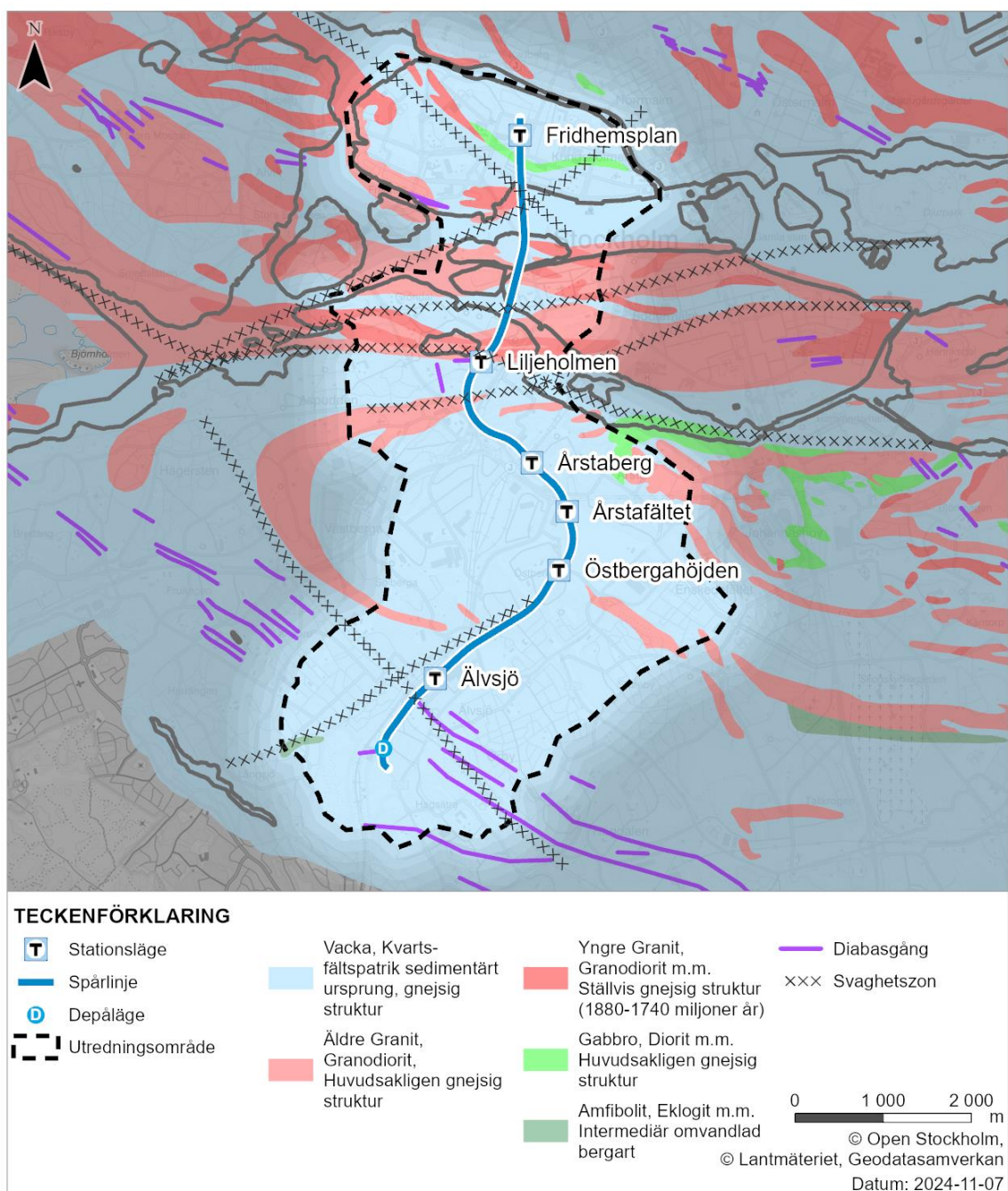
Inom Älvsjö industriområde består marken till stor del av fyllnadsjord. Morän utgör det översta jordlagret i de delar där lera saknas. Inom undersökta delar av Hagsåtraskogen varierar jorddjupet mellan noll och sju meter. Inom området för depån ligger jorddjupet på mellan noll och elva meter. Fyllnads- och friktionsjordarna varierar huvudsakligen mellan noll och två meter. Lerans tjocklek varierar som mest mellan noll och tio meter inom olika delar av området.

3.2.3 Berggrund

Stockholmsberg lämpar sig väl för byggande under mark, vilket det stora antalet befintliga tunnlar vittnar om. Större delen av anläggningen för den nya tunnelbanan kommer vara förlagd i berg.

Berggrunden inom utredningsområdet består, enligt SGU:s berggrundskarta, i huvudsak av vacka som har sedimentärt ursprung, i tidigare kartor angav SGU bergarten som en gnejs (mer precist en sedimentådergnejs), vilket är en mer välkänd benämning som fortfarande används.

Vackan inom utredningsområdet har en gnejsig struktur. Mer omfattande inslag av granitisk gnejs och stråk av granit förekommer framför allt i södra delarna av Kungsholmen, Mälarpassagen, Södermalm och Liljeholmen. Se Figur 7 för bergartskarta. Granit är en magmatisk bergart som bildats antingen genom uppsmältning av tidigare bergart eller genom uppträngning (intrusiv) av en sur magma. Inom Kungsholmen och delar av Årsta har intrusiv av en basisk magma bildat bergarterna gabbro eller diorit.



Figur 7. Översiktlig bergartskarta över utredningsområdet.

Förekomsten av diabasgångar är begränsade längsmed sträckningen och finns främst i utredningsområdets södra del. Diabas är en mörk finkornigare bergart som har bildats genom att lava trängt upp och stelnat i sprickor som bildats i de ursprungliga äldre bergarterna. Diabasgångarna kan ibland fungera som en vattenförande sprickzon då lavan krymper ihop i samband med att den stelnar till en diabas och den ursprungliga sprickan som lavan fyllt ut återfår en viss genomsläpplighet.

I utredningsområdet finns ett antal svaghetszoner. Här används svaghetszon som ett samlingsbegrepp för olika geologiska strukturer och formationer som kan vara vattenförande. Totalt har 82 korsande svaghetszoner identifierats, varav de huvudsakliga svaghetszonerna ses i Figur 7. Svaghetszoner kan påverka tunnelstabilitet och inläckage av grundvatten och är därför viktiga att kartlägga. I norr vid Kungsholmen finns två regionala svaghetszoner, varav den ena svaghetszonen passerar blå tunnelbana vid station Rådhuset och den andra löper parallellt med Lindhagensgatan och under Rålabshovsparken. Tre svaghetszoner i ost-västlig riktning utformar landskapet i Liljeholmensområdet. Zonerna möter ett par svaghetszoner under Årstaviken och fortsätter norr och söder om Tantolunden på Södermalm. Söderut vid Älvsjöområdet finns två korsande svaghetszoner. Ena svaghetszonen går mellan Långsjö och Östberga och den andra följer Magelungsvägen och Älvsjövägen i Älvsjö.

För den planerade tunnelbanan och förhållandena av berggrundvatten betyder en kvartsrik bergart att den är hårdare än en bergart med mindre kvartsinnehåll. Berggrundens egenskaper har undersökts bland annat med så kallade kärnborrhningar från markytan där bergprover tagits upp och genom filmning av förekommande sprickors läge och antal längs borrhålet. En fullständig bild av bergförhållandena erhålls först under byggtiden när undersökningar kan göras från bergtunneln.

3.2.4 Grundvatten

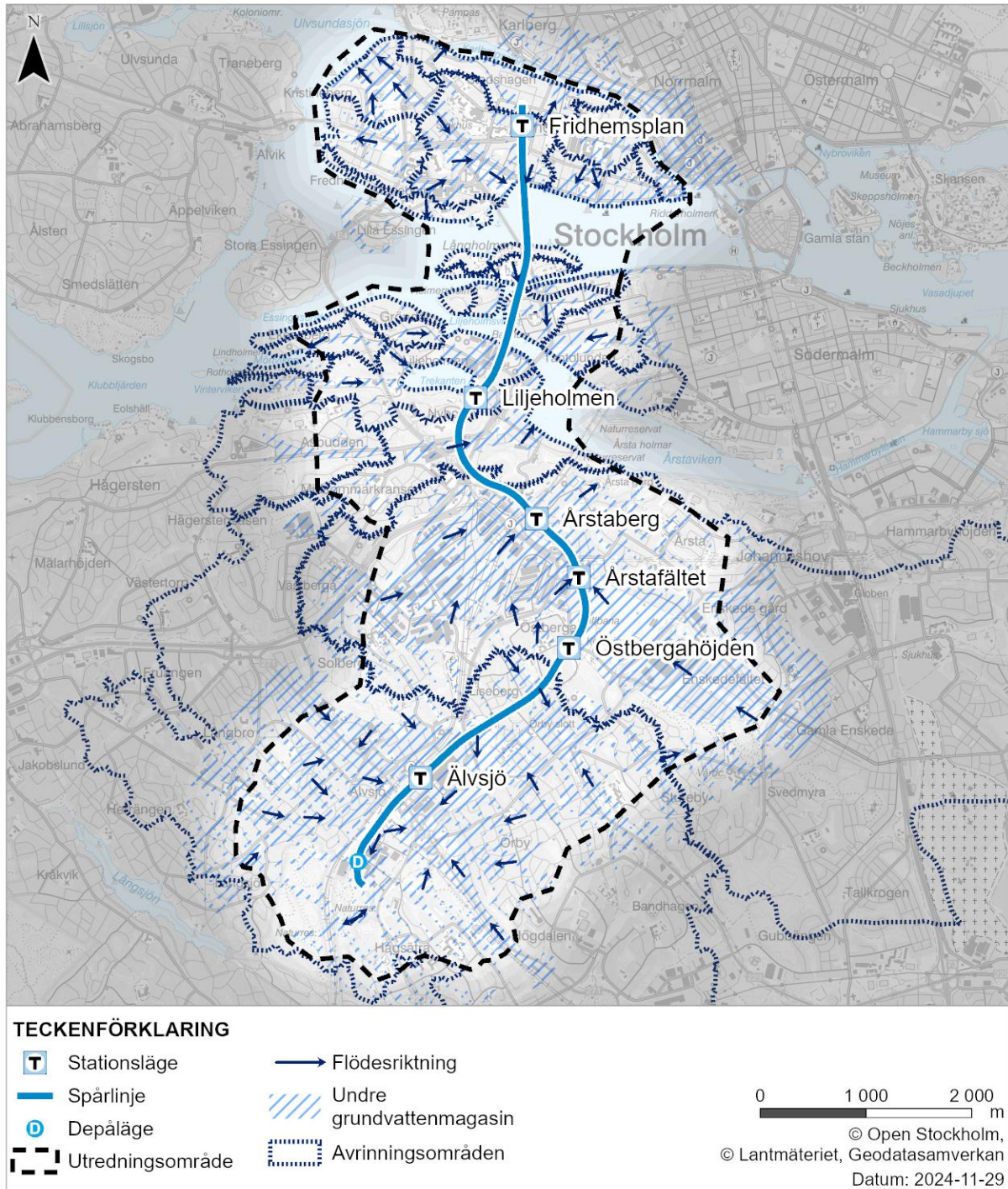
Grundvatten förekommer i grundvattenmagasin i jord och i spricksystem i berg. Grundvattenmagasin delas in i öppet och slutet grundvattenmagasin. I ett öppet grundvattenmagasin står grundvatten i direkt kontakt med luften och grundvattenytan har en trycknivå motsvarande atmosfärtryck. I ett slutet grundvattenmagasin finns det ett tätande lager, till exempel lera, ovanpå magasinet och det finns därmed ingen fri grundvattenyta. Om ett öppet grundvattenmagasin underlagras av ett slutet magasin kallas det för övre grundvattenmagasin; det slutna magasinet kallas i så fall för undre grundvattenmagasin.

Grundvattenbildningen till jord och berg är beroende av topografin, jordarternas vattengenomsläpplighet, nederbörd, ytavrinning och avdunstning. Utredningsområdet längs sträckan har delats in i avrinningsområden som är avgränsade utifrån topografin och var det finns ytligt berg. Inom de olika delområdena har potentiella undre grundvattenmagasin i jord identifierats. Grundvatten förekommer även utanför dessa magasin, i berg och i mindre öppna magasin i jord. Potentiella undre grundvattenmagasin i jord redovisas i Figur 8 tillsammans med strömningsriktningar.

Grundvattenförhållanden på Kungsholmen präglas av en kuperad terräng med bergsbranter ned mot Mälaren. Höjdområdena delas av de regionala svaghetszonerna under Rålabshovsparken och Lindhagensgatan samt under Kungsholmstorg och vidare upp mot Norrmalm, se tidigare Figur 7 i avsnittet ovan. En annan påverkande faktor är befintliga bergrum och tunnlar och andra undermarksanläggningar, vilket beskrivs i avsnitt 3.8.

Grundvattnet avrinner till stor del direkt ned mot Mälaren. Det finns även låglänta områden som utgör utströmningsområden för de högre liggande terrängen längs med Rålabshovsparken och Lindhagensgatan fram till Hornsberg samt delar av Fredhällsparken längs med Drottningholmsvägen. Även ett område längs med Fleminggatan och kring Rådhuset utgör ett

område dit grundvattnet strömmar. I området kring Fridhemsplan där stationen ska anläggas är berggrundsytan mestadels ytligt och grundvatten i jord förekommer främst inom mindre lokala grundvattenmagasin som styrs av bergtrösklar. Magasinen är delvis påverkade av de befintliga undermarksanläggningarna och grundvattennivåerna ligger generellt djupare än de mer låglänta områdena.



Figur 8. Utbredning av potentiella grundvattenmagasin inom utredningsområdet. Kartan visar även tolkade flödesriktningar.

På Långholmen bedöms ett övre grundvattenmagasin finnas i fyllningen samt ett undre magasin finnas i jordlagren på öns södra sida. Båda magasinens grundvattennivåer följer Mälarens nivåvariationer. Även på Reimersholme bedöms ett övre och undre magasin förekomma vid holmens sydöstra sida. Eventuellt även längs norra stranden mot Långholmskanalen

Västra delen av Södermalm har, liksom Kungsholmen, mestadels branta sluttningar ned mot stränderna. Ett större undre grundvattenmagasin i jord finns längs med Högalidsgatan och dess förlängning väster om Långholmsgatan. Magasinet, med grundvattennivåer cirka tre till fyra meter under markytan, avrinner längs med Långholmsgatan ned mot Hornstull och gräsytorna vid Tantolunden. Längs med stränderna och den strandnära delen av Tantolunden ligger grundvattennivåerna i nivå med eller nära Mälarens nivå.

Inom Lövholmen, Liljeholmstorget, Marievik och Årstadal finns undre magasin i friktionsjordlager i områdena där jordartskartan visar på lerjord. Grundvattennivåerna i dessa magasin, som påverkas av Mälaren och sjön Trekantens nivåer, varierar mellan cirka +1 inom Marievik till mellan cirka +1,1 till +2 inom övriga områden. Det motsvarar generellt en grundvattennivå på cirka två till tre meter under mark. Motsvarande bedöms gälla för övre magasin i fyllningsjorden.

Längs södra sidan av Hägerstensvägen löper en lertäckt dalgång där grundvattenmagasinet avgränsas mot Aspudden med en grundvattendelare cirka 300 meter väster om där Essingeleden passerar dalgången på bro. Grundvattennivån faller från cirka +17 vid Nybodadeån ned till cirka +6, väster om Södertäljevägen och vidare ned till cirka +2,5 på andra sidan av Södertäljevägen. Troligen är jordlagermagasinet här uppdelat i flera magasin åtskilda av bergtrösklar.

Jordartskartan visar på stora lertäckta ytor inom Västberga industriområde och Årstafältet. Bergytan varierar dock kraftigt under leran och grundvattnet i den underliggande friktionsjordlagret är inte så sammanhängande och homogent som förhållandena vid markytan antyder. Den varierande bergytan och det mestadels tunna friktionsjordlagret gör grundvattnets strömningsvägar mer komplext än vad den plana markytan indikerar. Grundvattenmagasinet inom Västberga är i stort sett avskilt från Årstafältet på grund av höga bergnivåer i området för Årsta partihallar. Båda områdena har en svag gradient mot norr och mot området vid trafikplatsen Åbymotet, strax innan Södra länkens västra tunnelmynning.

Vid Årstaberget, i området där stationen ska anläggas, varierar marknivån, jordlagrens mäktighet och bergnivåerna i hög grad och det undre grundvattenmagasinet är därför troligen uppdelat i flera mindre magasin med varierande kontakt med grundvatten, cirka tre meter under marknivå.

Området mellan Örby Slott och Magelungsvägen, som i jordartskartan har organisk jord, är ett utströmningsområde för ett mycket stort avrinningsområde som börjar redan väster om E4/E20. Den enda avrinningsvägen för grundvattnet är den smala dalgången längs med Magelungsvägen som har otillräcklig strömningskapacitet. Grundvattnet breddar i stället upp till markytan och avrinner idag via en dagvattentunnel till Mälaren. I kartor från tidigt 1900-tal markerades området som våtmark och det har tidigare funnits en sjö i området där det idag finns organiska jord. Grundvattennivån för det undre magasinet ligger marknära, cirka en meter under markytan. Inom bostadsområdet vid Älvsjö station och norr om Stambanan ligger grundvattennivån lägre, ner till cirka fyra till fem meter under marknivå.

Älvsjö industriområde är också ett instängt område där undre grundvattenmagasin i friktionsjorden inte har någon naturlig avrinningsväg. Jordmäktigheten varierar och inom delar saknas ett lertäcke och där kan det undre grundvattenmagasinet bredda till det övre magasinet i fyllningsjorden och ledas bort via dagvattennätet. Inom Hagsåtra naturreservat och höjdområdet sydväst om industriområdet finns en lite större jordfylld svacka. Mätningar i två grundvattenrör visar på att grundvatten i jord endast finns under delar av året. Något varaktigt grundvattenmagasin i jordlagren bedöms därför inte förekomma.

3.2.5 Föroreningar i mark och grundvatten

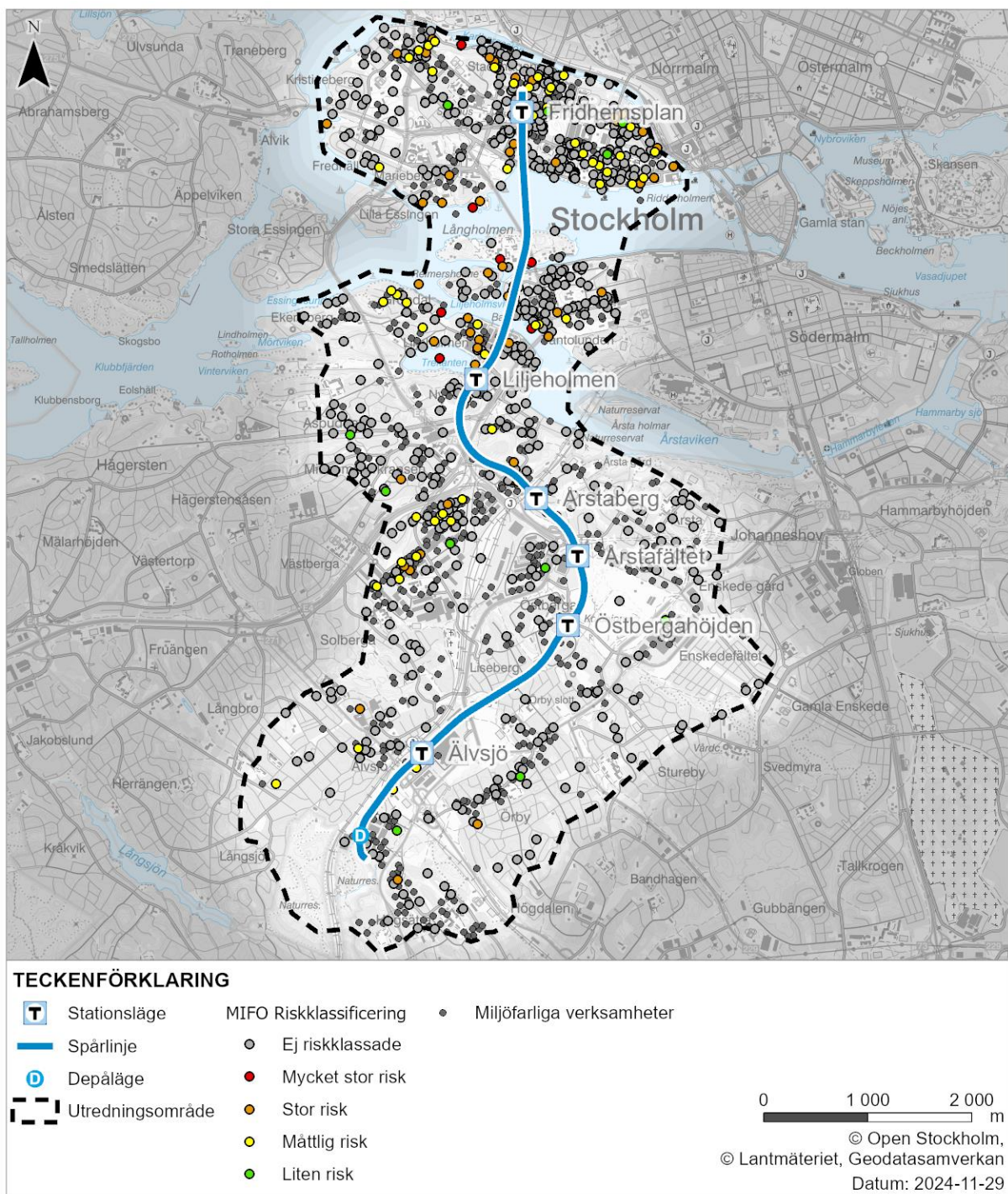
Föroreningar är kopplade till svensk industrihistoria och är rester från till exempel kemisk industri, varvsverksamhet, bensinstationer, textilverksamhet, ytbehandlingsindustri men kan även

orsakas av nutida verksamheter. En annan vanlig källa till föroreningar i stadsmiljö är att förorenade massor använts som utfyllnadsmaterial.

Föroreningar i mark förekommer främst i genomsläppliga jordar såsom fyllnadsmaterial, och kan via grundvattnet potentiellt spridas till djupare jordlager och berg men även bort från källområdet till ytvatten och sediment. Risk för föroreningar i täta jordar, exempelvis naturlig lera, är generellt sett lägre. Mäktigheten, det vill säga jordlagrets tjocklek, är också av betydelse för föroreningstransport då det tar längre tid för en förorening att tränga igenom ett mäktigt lager.

Planerad verksamhet innebär i sig inte något tillskott i föroreningar. Dock kommer anläggningen att utmed sträckan komma i kontakt med grundvattenmagasin med varierande grundvattenkvalitet och olika halter av förorenande ämnen. Information om risk för förhöjda föroreningshalter har inhämtats från Länsstyrelsens databas EBH-stödet (efterbehandlingsstödet) som visar misstänkta eller konstaterat förorenade områden samt från kommunens register över miljöfarliga verksamheter. Efterbehandlingsobjekt kring föreslagna stationsområden och andra markinstallationer som luftutbytesschakt, depå, arbetstunnlar med mera har studerats då det är i dessa lägen som anläggningen kommer att gå över bergytan och därmed bedöms ha störst kontakt med föroreningar i jord. Även efterbehandlingsobjekt längs med tunnelinjen och utanför stationsområden har studerats för att bedöma om det finns risk att potentiella föroreningar kan spridas via förändringar i grundvattenflöden till följd av anläggandet av den nya tunnelbanan.

I områden längs med utbyggnaden av tunnelbanan till Älvsjö finns potentiellt förorenade efterbehandlingsobjekt, se Figur 9.

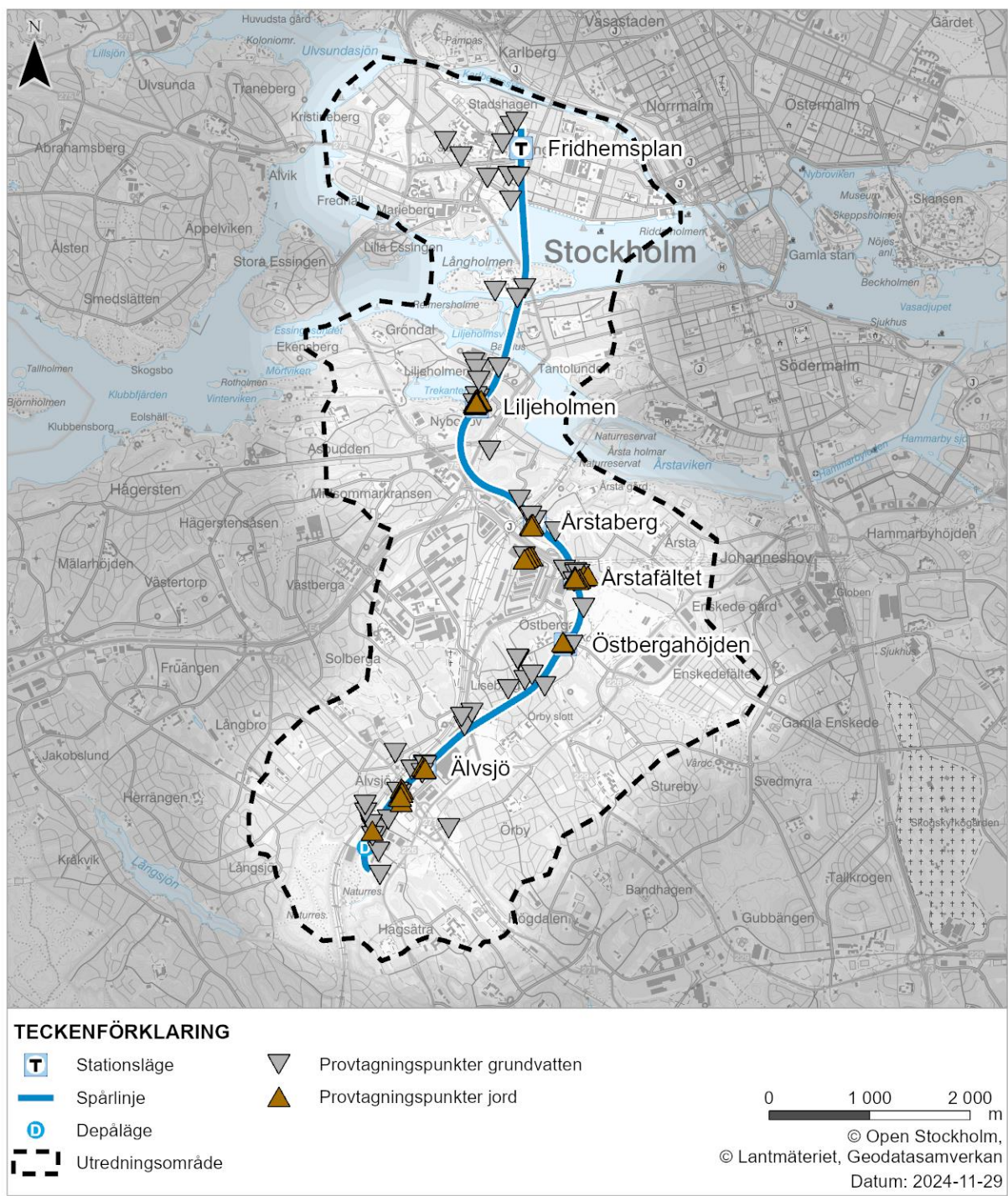


Figur 9. Riskklassning av områden baserat på länsstyrelsens MIFO-databas (Metodik för inventering av förorenade områden), miljöfarliga verksamheter och objekt från miljöreda (Länsstyrelsens ärendehanteringssystem för tillsyn av miljöfarliga verksamheter och energitorvtäkter).

Trafikförvaltningen i Region Stockholm har tidigare undersökt och sammanställt vattenkvaliteten i inläckande dränvatten i befintlig tunnelbana. Vattenprover i tunnelbanan under normal drift har tagits vid 72 tillfällen under åren 2004 till 2016. En jämförelse mot bakgrundsnivåer i Stockholmsregionens grundvatten visar att vattenkvaliteten i tunnelbanan ligger i nivå med Stockholms grundvatten och med marginal underskrider de av Dagvattennätverket föreslagna riktvärdena för dagvattenutsläpp till recipient. Värden över bakgrundsnivåer förekommer dock i vissa fall som bedöms vara kopplade till platsspecifika förhållanden.

Grundvattenprover och jordprover har tagits utmed sträckan Fridhemsplan till Älvsjö inom ramen för projektet för att komplettera utredningen, se Figur 10. Analyserade parametrar har anpassats

utifrån de efterbehandlingsobjekt som finns i aktuellt område. Proverna har bland annat analyserats med avseende på metaller, alifater, aromater, BTEX (bensen, toluen, etylbensen och xylen), polyaromatiska kolväten (PAH), cyanid, klorerade alifater och perfluorerade ämnen (PFAS). Resultaten presenteras översiktligt nedan och detaljerade resultat redovisas i PM Hydrogeologi (Bilaga C till ansökan) samt Bilaga C8. Resultaten från grundvattenprover som presenteras nedan jämförs mot SGU:s bedömningsgrunder för grundvatten (SGU, 2024). Vidare jämförs PFAS mot SGI:s preliminära riktvärde (SGI, 2015). Vidare jämförs tyngre alifater och bensen i grundvatten mot SPI:s rekommendation för skydd av ytvatten (SPI, 2011). Jordprover jämförs mot Naturvårdsverkets generella riktvärden för skydd av markmiljön och skyddsnivåerna MKM och KM (Naturvårdsverket, 2009).



Figur 10. Provtagningspunkter för grundvatten och jord utmed planerad tunnelbana till Älvsjö.

3.2.5.1 Kungsholmen

Vid Fridhemsplan finns ett stort antal efterbehandlingsobjekt i stationsområdets närhet där det är risk för föroreningar i jord och grundvatten, exempelvis flera kemtvättar som riskerar att ha spridit klorerade alifater till djupare jordlager och grundvatten. Tidigare undersökningar visar att det finns konstaterade förhöjda halter av alifater och PAH i jord men inte i grundvattnet.

Grundvattenprover från hittills utförda undersökningar visar generellt på måttligt förhöjda halter av metaller i grundvattnet vid Fridhemsplan. I två av nio grundvattenprov har en hög halt av metaller påträffats. Förhöjd halt av oljeindex har påträffats i en provtagningspunkt samt hög halt av tyngre alifater i tre av nio grundvattenprov. Det förekommer även halter av PFAS över SGI:s preliminära riktvärde i sex av nio grundvattenrör. Klorerade alifater har påvisats i höga halter i en provtagningspunkt. I samma provtagningspunkt påträffades cyanid i mätbara halter.

Risk för förekomst av föroreningar i jord bedöms som hög för Fridhemsplan på grund av tidigare verksamheter och befintlig drivmedelsstation. Risk för förekomst av föroreningar i grundvattnet bedöms som hög på grund av närliggande verksamheter samt påträffade halter i grundvattnet.

3.2.5.2 Mälarpassagen

Nio verksamheter på Södermalm (lokaliserade på Långholmen och Hornstull) har riskvärderats till mellan hög eller hög risk. Verksamheterna inom områdena kan ha gett upphov till potentiella föroreningar i form av halogenerade och klorerade alifater från verkstadsindustri och kemtvättar samt metaller, alifatiska kolväten, aromatiska kolväten och polycykliska aromatiska kolväten från grafisk industri och fordonsrelaterad verksamhet. I närområdet återfinns även båtrelaterade verksamheter (fritidsbåtshamnar och båtuppställningsplatser) vilka kan ha gett upphov till, utöver tidigare nämnda, potentiella föroreningar i form av polyklorerade bifenyler, organiska tennföreningar och irgarol.

Provtagning i tre grundvattenrör på Långholmen visar på förekomst av föroreningar. Samtliga påträffade föroreningar överensstämmer med nuvarande och tidigare verksamheter inom närområdet. I två av tre grundvattenrör har det påträffats låga till måttliga halter av samtliga metaller. Förhöjda halter av arsenik och bly har uppmätts i ett grundvattenrör över SGU:s haltgräns för mycket hög halt. Det förekommer även halter av PFAS över riktvärdet i två av tre grundvattenrör.

Risk för förekomst av föroreningar i jord bedöms som måttlig till hög för området på grund av tidigare verksamheter. Risk för förekomst av föroreningar i grundvattnet bedöms som måttlig till hög.

3.2.5.3 Liljeholmen

Flera efterbehandlingsobjekt finns vid Liljeholmen och bland annat har det legat en träimpregnering, bekämpningsmedelstillverkning, verkstadsindustri och tungmetallgjuteri i området. Ett antal av verksamheterna som funnits kring Liljeholmen har hanterat klorerade alifater som riskerar att ha spridits till djupare jordlager och grundvatten. Tidigare undersökningar visar att det finns konstaterade förhöjda halter av bland annat triklor och DDT i grundvattnet och jord. Jordprover utifrån hittills genomförda undersökningar visar på halter av metaller, alifater, PAH och PCB i flertalet av de undersökta provpunkterna som överskrider Naturvårdsverkets generella riktvärde för mindre känslig markanvändning (MKM). I enstaka punkter var föroreningshalten mycket hög, framför allt avseende PAH och massorna kan därmed komma att klassas som farligt avfall.

Trots påträffade förhöjda föroreningshalter i jord så visar utförd grundvattenprovtagning vid Liljeholmen på låga till måttliga halter av metaller. I en av åtta provtagna grundvattenrör påträffades dock metallhalter i mycket hög halt i nära anslutning till tidigare metallgjuteri och en

hög halt av zink noterades i ytterligare en provpunkt. I ett av grundvattenproven noterades också kraftigt förhöjda halter av klorerade alifater. Förhöjda halter av trikloreten har även noterats i ytterligare en provpunkt. Bensen påträffades i hög till mycket hög halt i två av åtta grundvattenrör. I sju av grundvattenproven i övre och undre grundvattenmagasin noterades förhöjda halter av PFAS över tillämpat riktvärde. Förhöjd halt av PFAS påträffades även i ett grundvattenprov från kärnborrhål men i betydligt lägre halt än i grundvattenproverna från grundvattenmagasinen. Undersökningen visar på att grundvattnet vid Liljeholmen generellt är påverkat av förhöjda PFAS halter.

Risk för förekomst av föroreningar i jord bedöms som hög för Liljeholmen på grund av tidigare verksamheter. Risk för förekomst av föroreningar i grundvattnet bedöms som måttlig till hög.

3.2.5.4 Årstaberget

Åtta verksamheter i närområdet av nya stationsentrén har riskvärderats till mellan hög risk. Verksamheterna inom områdena kan potentiellt ha gett upphov till dioxin från träimpregnering, klorerande alifater från kemtvätt samt metaller, alifatiska kolväten, aromatiska kolväten och polycykliska aromatiska kolväten från flera typer av verksamheter, bland annat fordonsrelaterad verksamhet och grafisk industri.

Tidigare undersökningar visar att det finns konstaterade förhöjda halter av PAH och metaller i jord vid Årstaberget. Hittills genomförda undersökningar visar på måttligt förhöjda föroreningshalter i jord av främst alifater i enstaka provpunkter i området jämfört med Naturvårdsverkets riktvärde för känslig markanvändning (KM).

Tidigare undersökningar har inte visat förhöjda föroreningshalter i grundvattnet, vilket i stort stämmer överens med nuvarande provtagning som visar låga till måttliga halter av de analyserade ämnena. Två av fem grundvattenprover visar dock höga halter av tungmetaller (nickel, kadmium och/eller bly). Bensen påträffas också i en provtagningspunkt i hög halt men i nivå under skyddsnivån för ytvatten enligt SPI:s riktvärde. PFAS har upptäckts i hälften av grundvattenproverna, samtliga med halter över SGI:s preliminära riktvärde.

Utifrån tidigare utredningar, konstaterade föroreningar i jord och tidigare verksamheter bedöms risk för föroreningar i jord vara måttlig vid stationsområdet. Risk för föroreningar i grundvatten bedöms som låg till måttlig.

3.2.5.5 Årstafältet

Tidigare verksamheter vid Årstakrossen intill Årstafältet är bland annat kemtvätt, grafisk industri samt industri inom behandling av metaller med elektrolytiska/kemiska processer. Vid Årstafältet har tidigare undersökningar inte visat att det finns några konstaterade förhöjda halter i grundvatten eller jord.

I jord har förhöjda halter av kobolt och PAH:er noterats över Naturvårdsverkets riktvärde för MKM. Grundvattenprovtagning vid Årstafältet visar på mycket låga eller måttliga halter av samtliga analyserade ämnen i tre av fyra analyserade grundvattenprov. I ett grundvattenprov påträffas mycket höga halter av arsenik och bly samt hög halt av nickel. Kadmium påträffas i hög halt i ett av fyra grundvattenprov från kärnborrhål. Tyngre alifater och bensen har påträffats i hög halt i två grundvattenprov, samtliga halter är dock under nivån för skydd av ytvatten enligt SPI:s riktvärde. PAH har påvisats i mycket hög halt i ett av grundvattenproverna. PFAS detekterades i hälften av provpunkterna (både grundvattenrör och kärnborrhål) men samtliga halter är under SGI:s preliminära riktvärde.

Risk för föroreningar i jord bedöms som måttlig vid stationsområdet. Risk för förekomst av föroreningar i grundvattnet bedöms sammantaget som måttlig.

3.2.5.6 Östbergahöjden

Vid Östbergahöjden har det tidigare funnits verksamheter såsom kemtvätt, grafisk industri samt panncentral. Det finns ett efterbehandlingsobjekt avseende kemtvätt som riskerar att ha spridit klorerade alifater till djupare jordlager och grundvatten. Tidigare undersökningar visar dock inte att det finns några konstaterade förhöjda halter i vare sig jord eller grundvatten.

Jordprover från utförd undersökning visar på enstaka föroreningshalter över KM avseende främst metaller, PAH:er och alifatiska kolväten. Undersökningar i grundvatten visar på hög till mycket hög halt av tungmetaller i två av tre provpunkter. PFAS förekommer över rapporteringsgränsen i fyra av de sju analyserade grundvattenrören där fyra prov togs ut från bergborrade rör. I två provpunkter var halten av PFAS över SGI:s preliminära riktvärde. Inga förhöjda halter av klorerade alifater som kan kopplas till kemtvättsverksamhet har detekterats i grundvattnet.

Sammantaget bedöms risk för föroreningar i jord som låg. Risk för föroreningar i grundvatten bedöms som måttlig.

3.2.5.7 Älvsjö

I området kring Älvsjö stationsområde, depå och arbetstunnel finns det ett antal olika efterbehandlingsobjekt, bland annat plantskola, drivmedelsanläggning, verkstadsindustri och anläggning för farligt avfall.

Genomförd provtagning i jord vid planerad etableringsyta för arbetstunnel samt depå visar generellt på låga halter med enstaka undantag med förhöjda halter av tungmetaller över riktvärdet MKM. En provpunkt har visat på förekomst av dioxiner.

Analys av grundvattenprover vid Älvsjö station och Älvsjö IP:s grusplan visar mycket låga till måttliga halter av samtliga metaller i sex av nio grundvattenprov. Bly och nickel har uppmätts i hög halt i tre grundvattenrör. I två av dessa rör har höga halter av alifatiska kolväten också noterats, liksom PAH i ett rör, där halterna för PAH uppgår till mycket hög halt. I ett av tolv grundvattenprover påvisades halter av PFAS som överstiger SGI:s preliminära riktvärde. Vid Älvsjö depåområde samt vid vändspåret har grundvattenprovtagning genomförts i åtta provpunkter. Bly och nickel påvisades i höga till mycket höga halter i sex av grundvattenrören. Klorerade alifater påvisades i två av grundvattenrören, men i låga halter. Bensen påvisades i hög halt i ett av grundvattenrören. I två grundvattenrör uppmättes en förhöjd halt av PFAS, som överstiger SGI:s preliminära riktvärde.

Sammantaget för Älvsjö bedöms risk för föroreningar i jord som måttlig och för grundvatten som måttlig.

3.3 Bebyggelse och markanvändning

Markanvändningen längs tunnelbanesträckningen består framför allt av tät stad med handels-, kontors- och bostadshus med inslag av grönområden. Flertalet verksamhetsområden passeras liksom vattenområden. Tunnelbanan kommer även att passera ett flertal trafikleder, befintlig tunnelbana, järnväg, tunnlar och andra undermarksanläggningar.

3.3.1 Byggnader

Sträckningen för tunnelbana till Älvsjö passerar storskaliga trafiklandskap och tät bebyggelse. De grönområden som finns är planterade eller har sparats vid tidigare stadsutveckling. Sträckan Fridhemsplan till Liljeholmen passerar tät innerstadsbebyggelse, bostäder och affärs- och kontorsverksamheter omgivet av vatten. Från Liljeholmen till Årstaberget passerar flertalet trafikleder där Årstaberget är en viktig trafiknod med kringliggande verksamhetsområde. Årstafältet är ett tidigare stort grönområde som omvandlas till en ny stadsdel med bostäder, handel och

arbetsplatser. Östberga domineras av flerbostadshus. Bilväg och grönområden skiljer bebyggelsen i Östberga från kringliggande områden, exempelvis flerbostadsområdet Gamla Östberga. Idag saknas spårbunden kollektivtrafik i området. Tunnelsträckningen passerar småhusbebyggelsen i Liseberg och Örby innan Älvsjö. Älvsjö består av blandad markanvändning med infrastruktur, handel, verksamhetsområde samt äldre småhusbebyggelse och idrottsplats. På norra sidan av Stambanan vid Älvsjö station finns flerbostadsbebyggelse och sydväst om Älvsjövägen ligger småhusbebyggelse.

Den framtida markanvändningen antas utvecklas i linje med den regionala utvecklingsplanen och Stockholms stads översiktsplan. I den regionala utvecklingsplanen ingår större delen av den nya tunnelbanelinjen i vad som kallas centrala regionkärnan. Stadsutveckling i linje med tidigare markanvändning sker vid Marieberg och i området mellan Fridhemsplan och Stadshagen. Särskilt omfattande utveckling väntas i Lövholmen, som omvandlas från verksamhetsområde till en ny stadsdel med en blandning av bostäder, förskolor, parker och kontor. I områdena Årstafältet, Östberga och Årstaberget sker en förändring till blandade stadsdelar med bostäder, service och kontor. Stockholms stad har planer på att omvandla Södertäljevägen till en stadsgata och bygga bostäder och verksamheter i området. Vid Älvsjö planeras en omfattande stadsutveckling. Planerna innehåller nya bostäder, arbetsplatser, skolor, park- och idrottsytor med mera. Det finns dessutom planer på att bygga bostäder runt Huddingevägen.

3.3.2 Ledningar

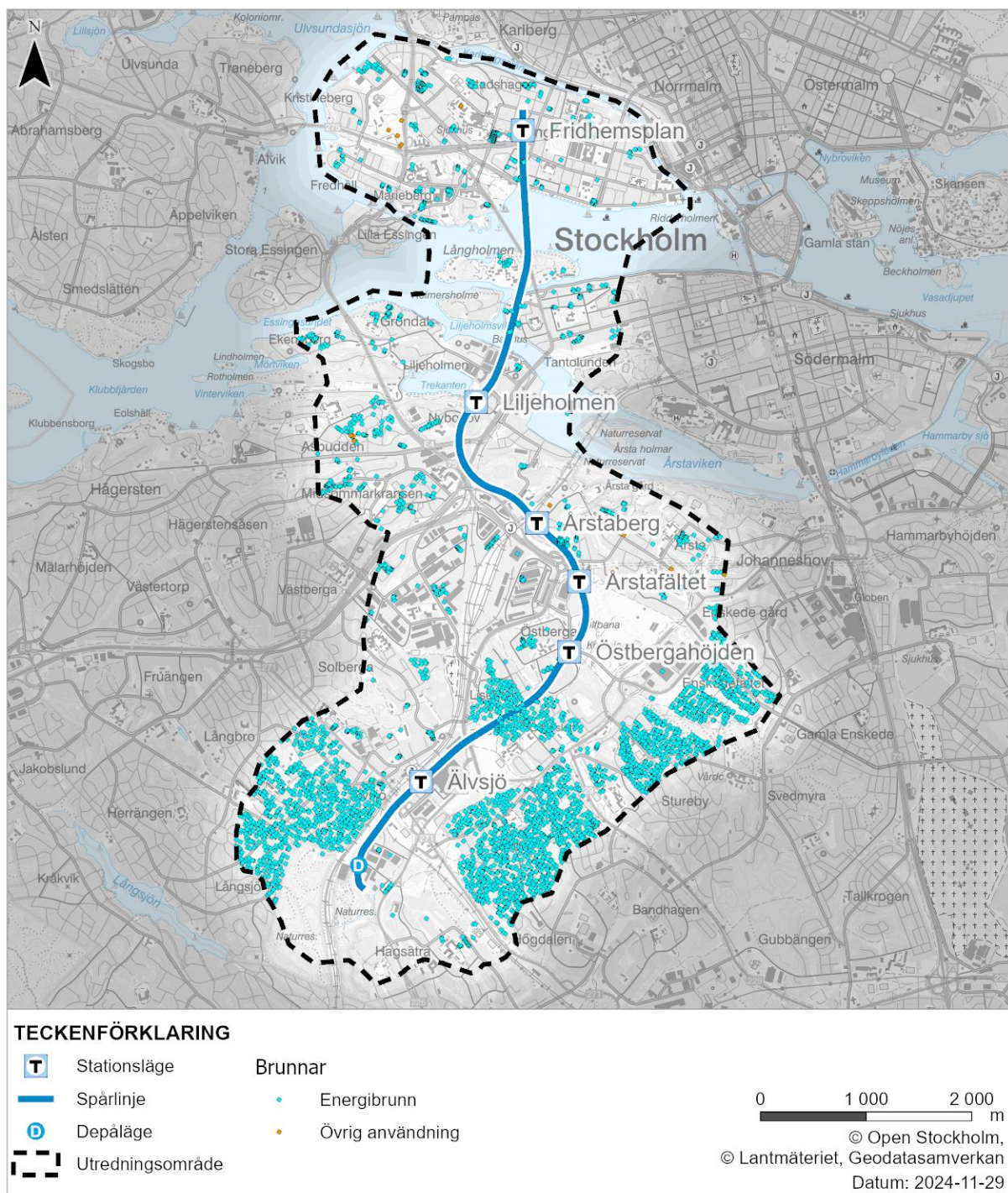
Inom utredningsområdet finns ledningar för fjärrvärme, fjärrkyla, VA, gas, el, tele och datatrafik. En del av dessa ledningar, exempelvis fjärrvärme, fjärrkyla, VA, gas, kan påverkas av grundvattensänkning om de är förlagda inom ett sättningkänsligt område. Ledningar med okänd grundläggning betraktas enligt försiktighetsprincipen som sättningkänsliga.

Större ledningsägare inom utredningsområdet som berörs av utbyggnaden är Stockholm Exergi, Stockholm Vatten och Avfall AB (SVOA) och Gasnätet Stockholm AB. Andra ledningsägare som kan bli berörda är fastighetsägare inom lermark med serviceledningar eller privata distributionsledningar inom den egna fastigheten.

Ledningar som definieras som sättningkänsliga inom områden med lerjord redovisas i PM Hydrogeologi (Bilaga C till ansökan) samt Bilaga C5 till PM Hydrogeologi.

3.3.3 Brunnar

Uppgifter om brunnar har hämtats från SGU:s brunnsarkiv samt från kommunens register över anmälda energibrunnar. Identifierade brunnar redovisas i Figur 11. Den största andelen av energibrunnarna är inom villaområdena i Liseberg, Örby slott, Örby och Långbro. Inom områden med slutna kvarter eller flerfamiljshus, exempelvis Kungsholmen, Södermalm, delar av Årsta samt Östbergahöjden, består brunnarna framför allt av anläggningar med flertal energibrunnar. Det finns till exempel en stor anläggning med cirka 70 energibrunnar vid Fridhemsplan.



Figur 11. Översiktskarta över identifierade brunnar inom utredningsområdet. Brunnar med kategori övrig användning kan antingen utgöra dricksvatten- eller energibrunnar.

3.4 Omgivningsbuller

I områden där tunnelbanan planeras byggas, bor och vistas många människor. De norra delarna av utredningsområdet, kring Fridhemsplan, består av innerstad med flerbetalshus, vårdlokaler, skolor och verksamhetslokaler där befintliga bullerkällor främst består av trafik på lokalgator. Vid Liljeholmen finns förutom bostäder och verksamheter även förskoleverksamhet, vårdlokaler och parkområde. Liljeholmen har höga bullernivåer vid framför allt Tvärbanan och Södertäljevägen och relativt låga nivåer vid Trekantsparken. Vidare söderut domineras Årstaberget av infrastruktur, bostäder och skolor där bullerkällorna Södra länken och befintlig Stambana står för höga

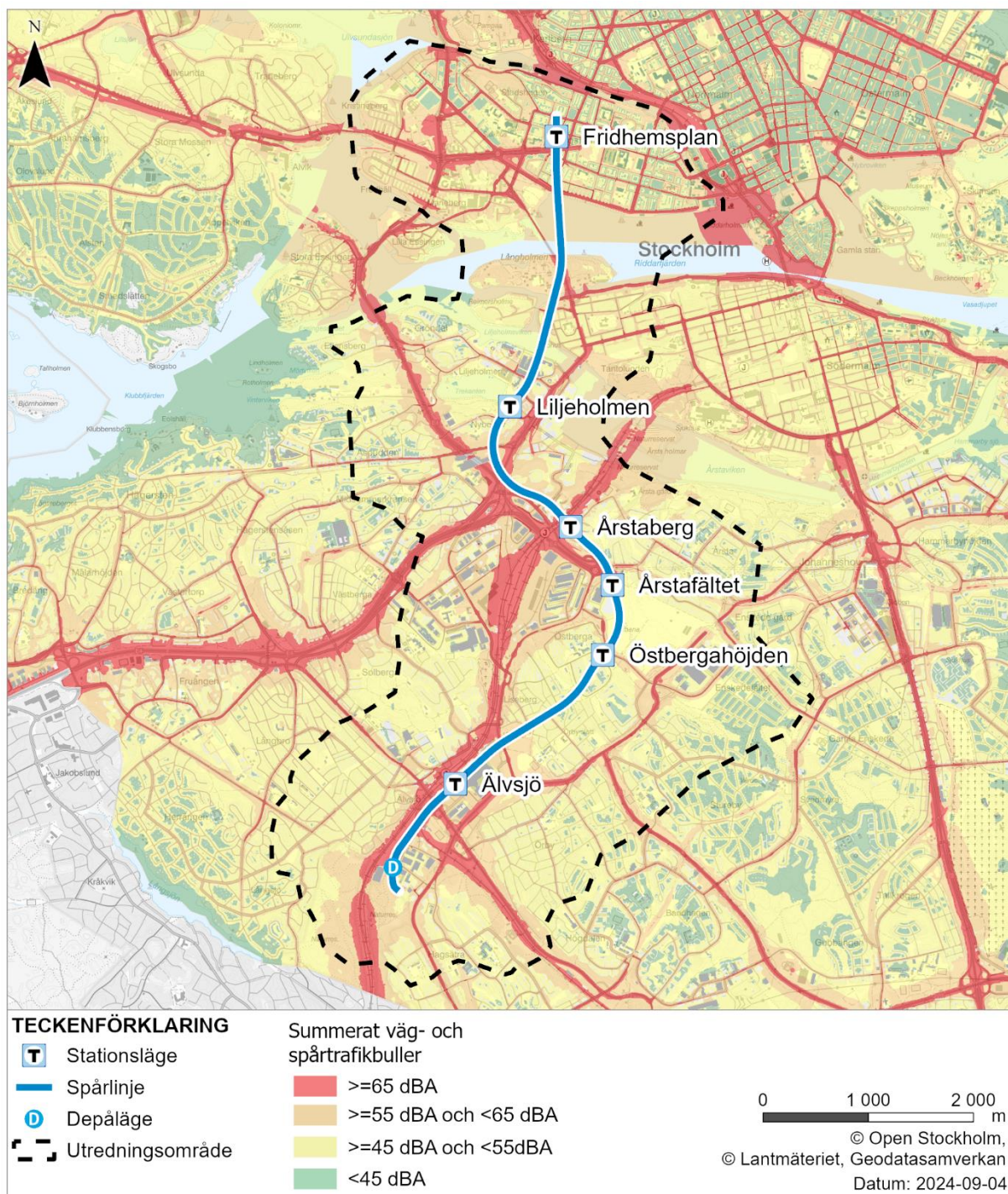
ljudnivåer. Södra länken och Huddingevägen är dominerande bullerkällor vid Årstafältet som i dagsläget är under uppbyggnad för blivande bostadsområde med i huvudsak bostäder i flerbostadshus samt skolor, förskolor och annan offentlig och kommersiell service. I området finns även befintliga flerbostadshus och skolor. Tunnelsträckningen fortsätter till Östberga där det förekommer både flerfamiljshus, skolor och förskolor som har en hög känslighet för bullerstörningar. Befintliga bullerkällor utgörs av trafik på Östbergavägen. Älvsjö domineras av både befintlig infrastruktur och verksamhetslokaler, bostäder, vårdlokaler och förskole- och skolverksamhet.

Tillkommande luftburet buller kommer att uppstå vid arbeten ovan mark, till exempel vid etableringsytor i anslutning till kommande depå, stationer och andra vertikala schakt men även där arbetstunnlar mynnar ovan jord. Luftburet buller kommer även att uppstå vid transporter, som planeras ske på befintliga trafikerade vägar.

Buller från ett byggarbete kan upplevas som mer påtagligt i områden med låg bakgrundsnivå. Sådana områden illustreras i grönt i Figur 12 som är en kartsammanställning av bakgrundsbuller i utredningsområdet. Den utgörs av bullerdata från befintliga vägar och spårtrafik. Andra bullerkällor, exempelvis flygtrafik, ingår inte.

Nedan beskrivs ett urval av dygnsekvivalenta ljudnivåer på närmast liggande fasader för områden där etableringsytor planeras enligt Figur 16 i kapitel 4.

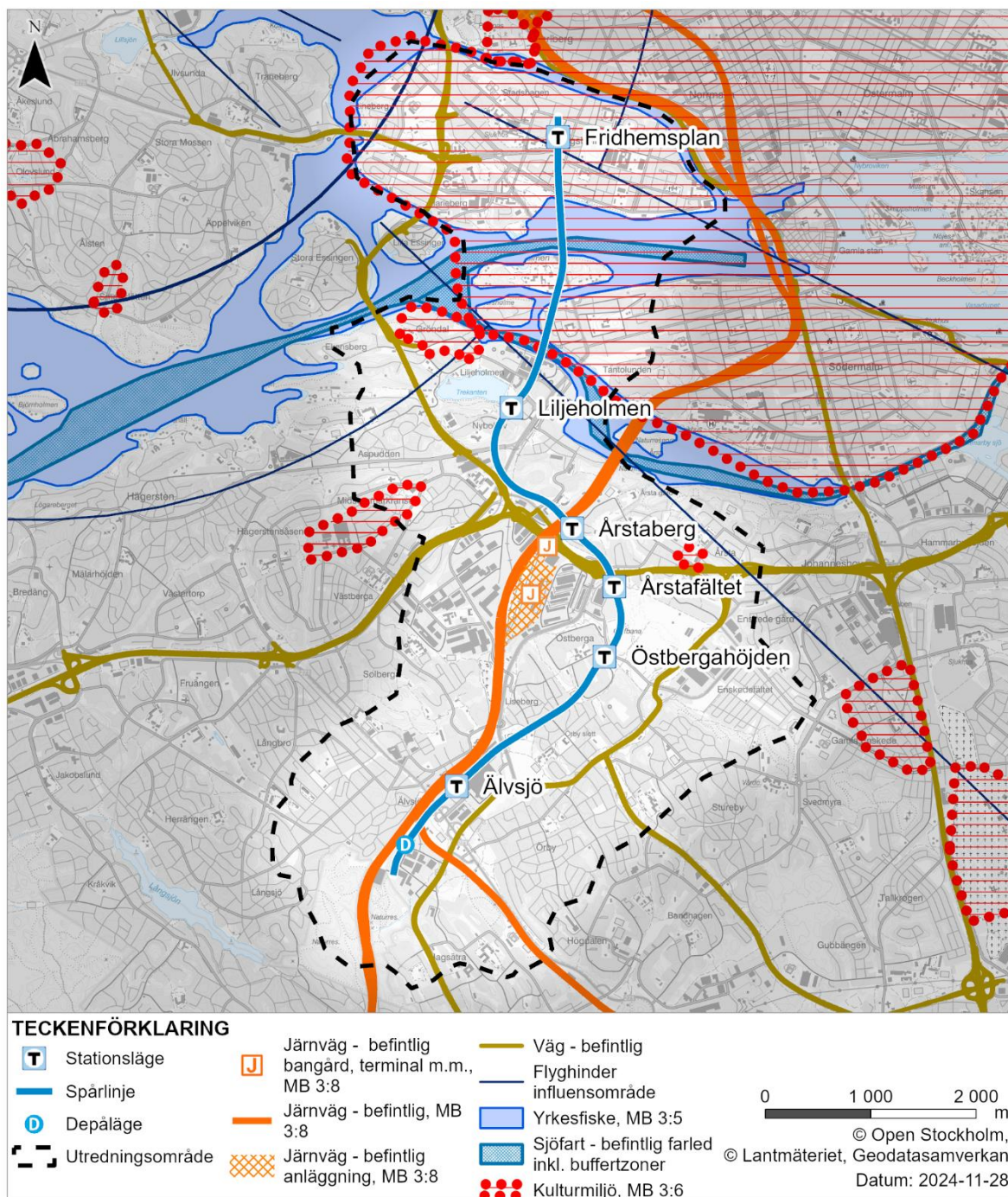
I nuläget är vägtrafik den dominerande bullerkällan inom utredningsområdet och högst ljudnivåer återfinns vid Fridhemsplan, Årstaberget och Älvsjö med ljudnivåer på mellan 60 och 70 dBA. Lågst bakgrundsnivåer återfinns vid Liljeholmen, vid Trekantsparken som i nuläget är relativt ostört av buller, med ljudnivåer mellan 40 och 50 dBA. Vid övriga planerade etableringsytor ligger dygnsekvivalenta ljudnivåer på fasader mellan 50 och 65 dBA. Vid dessa områden har fasader vända bort från vägarna oftast en lägre ljudnivå mellan 45 och 55 dBA. De största bullerkällorna i dagsläget består av trafik på Drottningholmsvägen, Södertäljevägen, E4, Södra länken, Huddingevägen och befintlig Stambana, Tvärbanan vars buller är mest påtagligt mellan Årsta och Älvsjö.



Figur 12. Befintligt luftburet buller, ekvivalenta ljudnivåer (Bullernätverket, hämtat 2023-09-01).

3.5 Riksintressen och skyddade områden

Områden som har speciella värden eller förutsättningar vilka bedömts vara betydelsefulla ur ett nationellt perspektiv klassas som riksintresse enligt miljöbalken och omfattar såväl viktig infrastruktur som värdefulla natur- och kulturmiljöer. Tunnelbanans planerade sträckning kommer att passera ett flertal riksintressen, se Figur 13.



Figur 13. Identifierade riksintressen inom och utanför utredningsområdet.

Riksintresse för kulturmiljövård

Enligt 3 kap. 6 § miljöbalken skall mark- och vattenområden samt fysisk miljö i övrigt, som har betydelse från allmän synpunkt på grund av deras naturvärden eller kulturvärden eller med hänsyn till friluftslivet, så långt möjligt skyddas mot åtgärder som kan påtagligt skada natur- eller kulturmiljön. Behovet av grönområden i tätorter och i närheten av tätorter skall särskilt beaktas.

Tunnelbanans utredningsområde ligger inom av Riksantikvarieämbetet utpekade riksintresse för kulturmiljövård, *Stockholms innerstad med Djurgården (AB 115)*, *Gröndal (AB 116)*, *LM-staden i Midsommarkransen (AB 114)* och *Årsta centrum (AB 113)*, enligt 3 kap. 6 § miljöbalken. Av dessa bedöms *Stockholms innerstad med Djurgården* kunna påverkas av tunnelbanan. Riksintresset för Stockholms innerstad med Djurgården utgår från storstadsmiljön vars planstruktur och bebyggelse återspeglar Stockholms politiska och administrativa centrum sedan medeltiden och de

mycket speciella topografiska och kommunikationsmässiga förutsättningarna för handel, samfärdsel och försvar. De olika epokerna och århundradena är väl representerade i stadsplane- och byggnadskonsten från medeltiden till 1900-talets slut.

Riksintresse för totalförsvar

Enligt 3 kap. 9 § miljöbalken skall mark- och vattenområden som har betydelse för totalförsvaret så långt som möjligt skyddas mot åtgärder som kan påtagligt motverka totalförsvarets intressen.

Tunnelbanans utredningsområde ligger inom av Försvarsmakten utpekade riksintresse för totalförsvaret, *påverkansområde för väderradar*, enligt 3 kap. 9 § miljöbalken.

Riksintresse för yrkesfiske

Enligt 3 kap. 5 § miljöbalken skall mark- och vattenområden som har betydelse för yrkesfisket så långt som möjligt skyddas mot åtgärder som kan påtagligt försvåra näringens bedrivande.

Tunnelbanans utredningsområde ligger inom av Havs- och vattenmyndigheten utpekade riksintresse för yrkesfiske, *Mälaren*, enligt 3 kap. 5 § miljöbalken. I riksintresseområdet ingår Riddarfjärden, Liljeholmsviken och Årstaviken.

Riksintresse för kommunikationer

Enligt 3 kap. 8 § miljöbalken skall mark- och vattenområden som är särskilt lämpliga anläggningar för kommunikationer så långt som möjligt skyddas mot åtgärder som kan påtagligt försvåra tillkomsten eller utnyttjandet av sådana anläggningar.

Tunnelbanans utredningsområde ligger inom av Trafikverket utpekade områden för riksintressen för kommunikationer, *väg, järnväg, sjöfart och flygplats*, enligt 3 kap. 8 § miljöbalken.

- **Järnväg** - Västra stambanan, Nynäsbanan, pendeltågstationerna i Årstaberget och Älvsjö, Årsta kombiterminal samt Älvsjö godsbangård är av riksintresse. Depån och tunnelbanan planeras nära Västra stambanan. I Älvsjö kommer spårlinjen att gå parallellt med Västra stambanan samt under Nynäsbanan. Tunnelbanelinjen passerar även under Västra stambanan vid Årstaberget. De nya tunnelbanestationerna i Årstaberget och Älvsjö ligger i närheten av pendeltågstationerna.
- **Väg** - Väg 75 Södra länken, E4/E20, väg 226 Gullmarsplan-Flemingsberg samt Klarastrandsleden är av riksintresse och ligger i närheten av den nya tunnelbanelinjen. Den nya tunnelbanelinjen kommer att passera under Södra länken vid Årstafältet. Övriga vägar som nämns ovan kan beröras av byggtrafik.
- **Sjöfart** - Farlederna Riddarfjärden-Stora Björkfjärden samt Danviksbron-Gröndal utgör riksintressen för sjöfarten. Tunnelbanan passerar under båda dessa.
- **Flygplats** - Bromma flygplats omges av så kallad hinderfrihetsyta, där det av flygsäkerhetsskäl finns begränsningar i höjd för byggnader, master och andra höga objekt. Tunnelbanan till Älvsjö ligger inom detta riksintresse på sträckan från Fridhemsplan till Liljeholmen. Hela tunnelbanans sträckning ligger även inom hinderfrihetsyta (MSA-yta) för Stockholm-Arlanda som är utpekade som riksintresse.

Skyddade områden

I miljöbalkens sjunde kapitel regleras skydd av olika naturområdestyper. Tunnelbanelinjen berör inga nationalparker, kulturresevat, djur- och växtskyddsområden, miljöskyddsområden, vattenskyddsområden samt Natura-2000 områden. Inom tunnelbanans utredningsområde finns tre naturreservat: Årstaskogens, Hagsätraskogens och Älvsjöskogens naturreservat, se Figur 14.

Vändspåren, som krävs för att tunnelbanetågen ska kunna vända vid depån, kommer att anläggas i en bergtunnel vid norra delen av Hagsätraskogens naturreservatsgräns. Vändspåret kommer att gå cirka fem meter in i naturreservatet under mark med en tio meters skyddszon för eventuell injektering och förstärkning av berget. Intrånget i Hagsätraskogens naturreservat hanteras i en separat ansökan om tillstånd enligt reservatsföreskrifterna. I ansökan beskrivs intrånget, dess påverkan och eventuella åtgärder.

Inom flera etableringsytor finns trädalléer som omfattas av generellt biotopskydd enligt 7 kap. 11 § miljöbalken. Dispens för intrång i biotopskyddsområden ingår i järnvägsplanens prövning och beskrivs i tillhörande MKB.

Inom tunnelbanans utredningsområde finns Påsundsberget som är klassificerat som naturminne enligt 7 kap. 10 § miljöbalken.

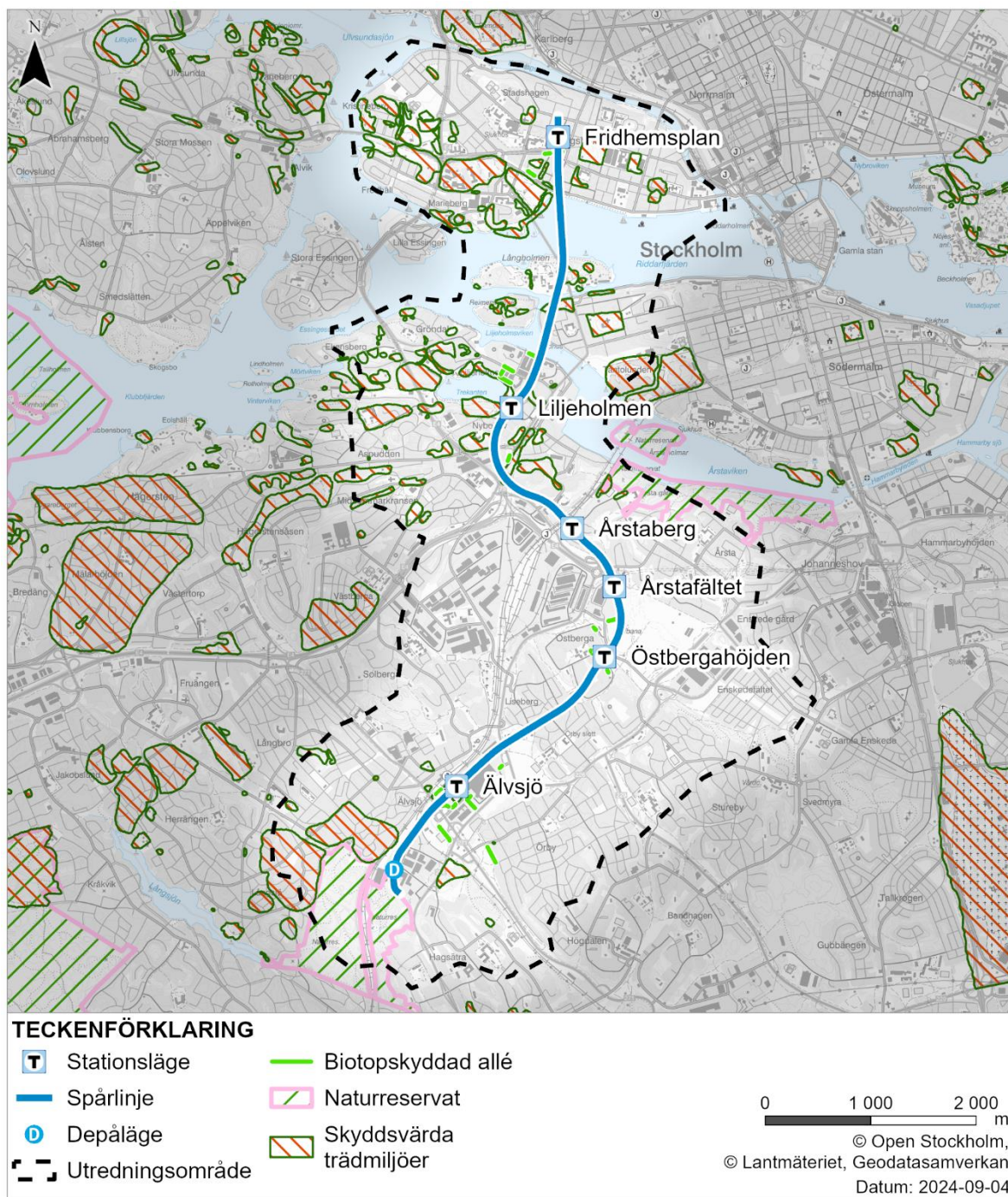
Strandskydd enligt 7 kap. 13 § miljöbalken gäller i Sverige vid kuster, sjöar och vattendrag. Normalt är det skyddade området 100 meter från strandlinjen, både på land och ut i vattnet. Vid utökat strandskydd gäller till högst 300 meter från strandlinjen, om det behövs för att säkerställa något av strandskyddets syften. Tunnelbanan berör ett strandskyddat område vid sjön Trekanten för station Liljeholmen samt ett vid den planerade teknikbyggnaden vid Långholmen. En separat strandskyddsdispens kommer att tas fram. Påverkan beskrivs dock även i miljökonsekvensbeskrivningen tillhörande spårlinjens järnvägsplan.

3.6 Naturmiljö

Längs tunnelbanans sträckning finns påträffade naturvärden som utgörs av exempelvis skyddade arter. Även särskilt skyddsvärda träd finns identifierade men omfattas inte av skydd enligt miljöbalken, se Figur 14. Inom utredningsområdet för den tänkta sträckningen av tunnelbanan och depån har naturvärdesinventeringar enligt standard utförts gällande naturvärden, groddjur och fladdermöss. Inom Hagsätraskogens naturreservat har även inventering av häckfågel gjorts.

Naturmiljöer kan vara direkt beroende av grundvatten, exempelvis naturmiljöer vid grundvattenkällor eller våtmarker som försörjs av grundvattenkällutflöde. Fuktiga eller friska marker är andra naturmiljöer som kan påverkas vid en avsänkt grundvattennivå. En förändring i övre eller öppna grundvattenmagasin kan därför innebära en påverkan för naturmiljön i sådana marker medan påverkan inom ett undre grundvattenmagasin inte förväntas orsaka någon negativ effekt för naturmiljön.

De områden där etableringsytor för stationsområden och arbetstunnlar samt luftutbytesschakt och brandgasschakt planeras utgörs främst av urban stadsmiljö men även ett antal park- och naturmiljöer. I dessa områden finns naturvärden som mestadels består av trädmiljöer som framför allt bedöms påverkas till följd av etableringen och permanent markanspråk, och inte av en grundvattensänkning, se mer i MKB för järnvägsplan för spårlinjen och stationer. Utmed Fridhemsgatan där brandgasschakt ska placeras finns en allé bestående av lindar som delvis kommer att påverkas. Vid Liljeholmsgränd och Liljeholmsstranden finns lindalléer där träd kommer att påverkas. Även vid Årstaberg finns två alléer med olika lövträd som kommer att påverkas. Vid station Östbergahöjden och utmed Östbergabackarna återfinns alléer bestående av oxlar respektive lönnar som kommer att påverkas. Alléer omfattas av generellt biotopskydd enligt miljöbalken. Påverkan kopplat till generellt biotopskydd kommer att prövas i järnvägsplanerna för spårlinjen och depån.



Figur 14. Naturobjekt och skyddade områden i och omkring utredningsområdet som omfattas av skydd enligt miljöbalken. Inom och utanför utredningsområdet finns även skyddsvärda trädmiljöer som inte omfattas av skydd enligt miljöbalken.

Inom Hagsätraskogens naturreservat finns Ormkärnsdammen som anlades år 2012 i huvudsyfte som en groddjursdamm för att skydda, bevara och utveckla områdets funktion som ekologiskt kärnområde för biologiska mångfald och värdefulla våtmarker. I dammen har både mindre vattensalamander och vanlig groda påträffats och en ökande trend av populationerna för båda artgrupperna har konstaterats (Ohlin & Granberg, 2023). Observationer av vanlig groda och mindre vattensalamander gjordes även i dammen under groddjursinventeringen som Sweco AB utförde på uppdrag av Regionen under år 2024. Under inventeringen observerades även grodlek i två mindre vattensamlingar i den nordöstra delen av naturreservatet.

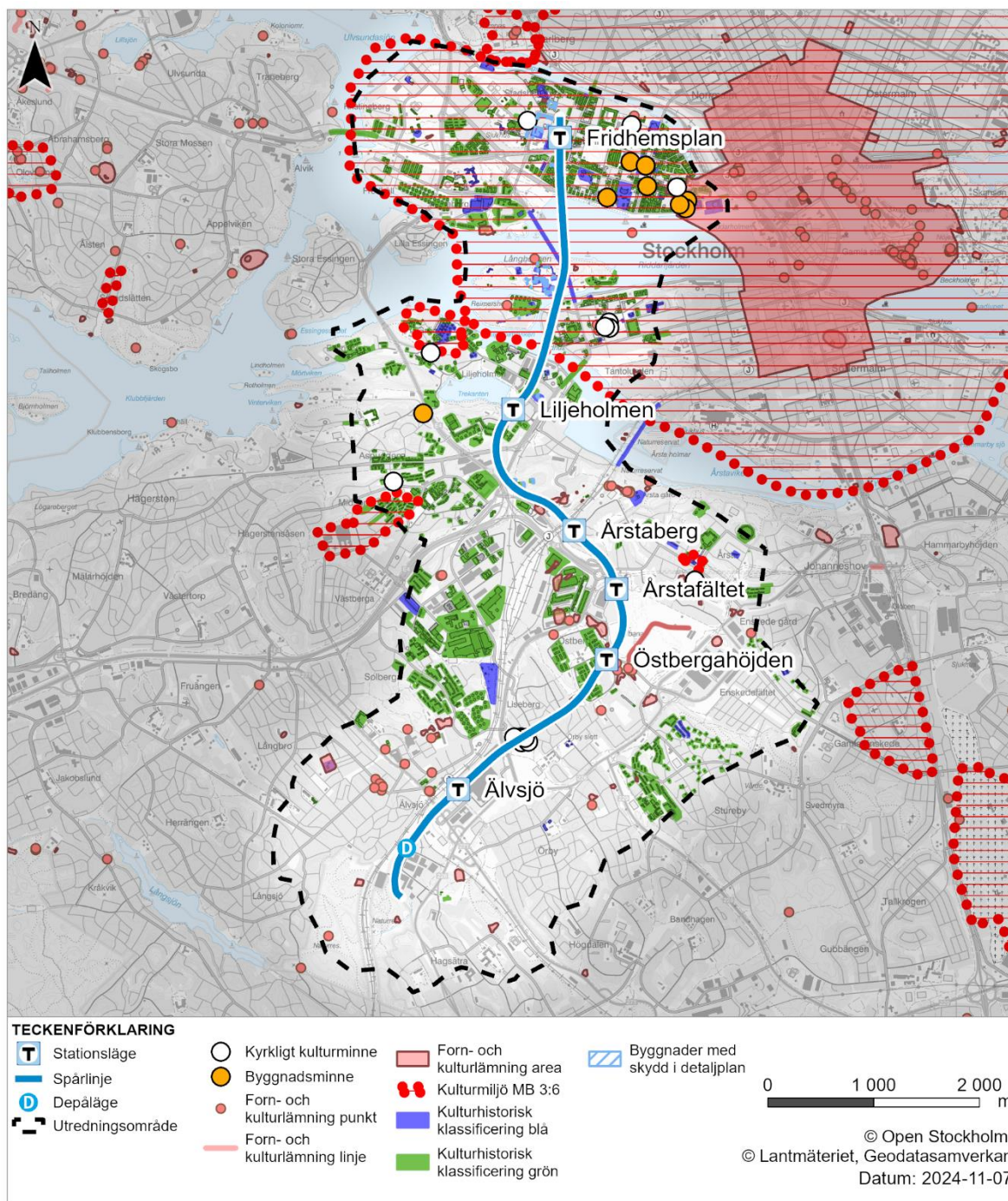
Enligt nationella dataunderlaget Våtmarksinventeringen (VMI) finns inga våtmarker, och Skogsstyrelsen redovisar inga objekt med sumpskog, inom hela utredningsområdet för tunnelbanan och depån. Detta bekräftas av de naturvärdesinventeringar som utfördes av Sweco under år 2023 och 2024, där inga sumpskogar eller våtmarker identifierats inom de inventerade områdena inom utredningsområdet. Ormkärnsdammen som omges av en lövsumpskog svämmar över vid tillskott av vatten ovanifrån. Grodmiljöerna i nordöstra delen av Hagsåtraskogens naturreservat bedöms torka ut under sommarmånaderna. De får inte vatten från grundvatten och området saknar därför förutsättningar för förekomst av sumpskog eller våtmark.

3.7 Kulturmiljö

Inom utredningsområdet för tunnelbanan finns kulturmiljövärden av såväl nationellt som regionalt och lokalt värde, se Figur 15. Dessa utgörs av byggnadsminnen, kyrkor, fornlämningar samt byggnader med höga kulturhistoriska värden som är utpekade i kommunala planer och program. Kungsholmen, Södermalm samt Långholmen och Reimersholme omfattas av riksintresse för kulturmiljövården - *Stockholms innerstad med Djurgården (AB 115)*, där bland annat Kronobergsparken, Polishuset och Rådhuset är utpekade värdekärnor. En hög koncentration av bebyggelse med höga kulturvärden finns på Kungsholmen och Långholmen med omnejd. Tunnelbanan passerar under Riddarfjärden, Långholmen och Långholmskanalen, Södermalm och Liljeholmsviken till Liljeholmen. Här passerar tunnelbanan i närheten av ett antal utpekade byggnader och miljöer som är registrerade på Stockholms stadsmuseums klassificeringskarta. *Gröndal (AB 116)* omfattas av riksintresse för kulturmiljövården med bland annat tidstypiska bostadsområden från början till mitten av 1900-talet, Gröndals kyrka samt flertalet grönklassade och enstaka blåklassade byggnader enligt Stockholms stadsmuseums klassificering.

Vid Årstaberget finns ett fåtal kända fornlämningar där tunnelbanan passerar. *Årsta Gård* och bebyggelsen invid Årsta torg är blåklassad. Dessutom utgör miljön vid Årsta torg riksintresse för kulturmiljövården - *Årsta centrum (AB 113)* vilket omprövades och reviderades av Riksantikvarieämbetet under 2023. Centrumanläggningen från 1940-talet utgörs av offentliga lokaler som teater, bibliotek och stadsdelsförvaltning. Längs sträckan från Årstafältet mot Östberga återfinns flertalet klassificerade byggnader och miljöer samt vidare mot Älvsjö där Brännkyrka kyrka och Älvsjö gård med höga kulturvärden ligger belägna. Vid Östberga finns flera fornlämningar belägna samt delar av Göta landsväg, även den klassad som fornlämning. Runt Älvsjö station med omnejd är bebyggelsen ännu ej klassificerad för sina kulturvärden, undantaget strax norr om stationsområdet där delar av bebyggelsen nära Älvsjö torg är grönklassad.

Kända forn- och kulturhistoriska lämningar inom och utanför utredningsområdet redovisas i Figur 15. Fornlämningar är skyddade enligt kulturmiljölagen. Skyddet innebär att det är förbjudet att utan tillstånd från länsstyrelsen på något sätt förändra, ta bort, skada eller täcka över en fornlämning. Även fornlämningar som inte är registrerade eller ännu inte kända är skyddade enligt lag. Om en fornlämning påträffas vid exempelvis grävarbete, ska arbetet omedelbart avbrytas vid den del fornlämningen berör.



Figur 15. Identifierade kulturmiljövärden inom utredningsområdet.

3.8 Objekt som påverkar grundvattenförhållandena

Grundvattnet inom utredningsområdet är sedan tidigare påverkat av flera olika undermarksanläggningar. Både befintliga och planerade undermarksanläggningar beskrivs i Teknisk Beskrivning, avsnitt 2.3 (Bilaga A till ansökan).

Grundvattenförhållanden på Kungsholmen påverkas av befintliga berggrum och tunnlar. Förutom tunnlar och stationsutrymmen för grön och blå tunnelbanelinje finns flera vatten- och ledningstunnlar och större berggrum, exempelvis Riksarkivet vid Västerbron med mera.

Områden där grundvattnet är påverkat av undermarksanläggningar är Lindhagenplan, östra delen av Kungsholmen och de högre belägna delarna av Kungsholmen. I området för planerad station Fridhemsplan med spårtunnlar kan berggrundsvattnet förutsättas vara påverkat av befintliga tunnelanläggningar.

Vid Liljeholmstorget finns passerande bergtunnlar samt bergrumsgarage som förmodat till viss del påverkar berggrundvattnet. Mellan Liljeholmstorget och Årstaberget passerar spårtunneln flertalet tunnlar. Bland annat tunnlar för Röd linje, bergrumsgarage och Stockholm Vatten och Avfalls nyligen utsprängda avloppstunnel inom projekt Stockholms framtida avloppsrening (SFA) och berggrundsnivåerna kan förmodas vara påverkade. Stockholm Vatten och Avfall redovisar att området vid Liljeholmskajen och Årstadal är sättningskänsligt och är förberett för infiltration. Likaså vid Nybodadepån längre västerut.

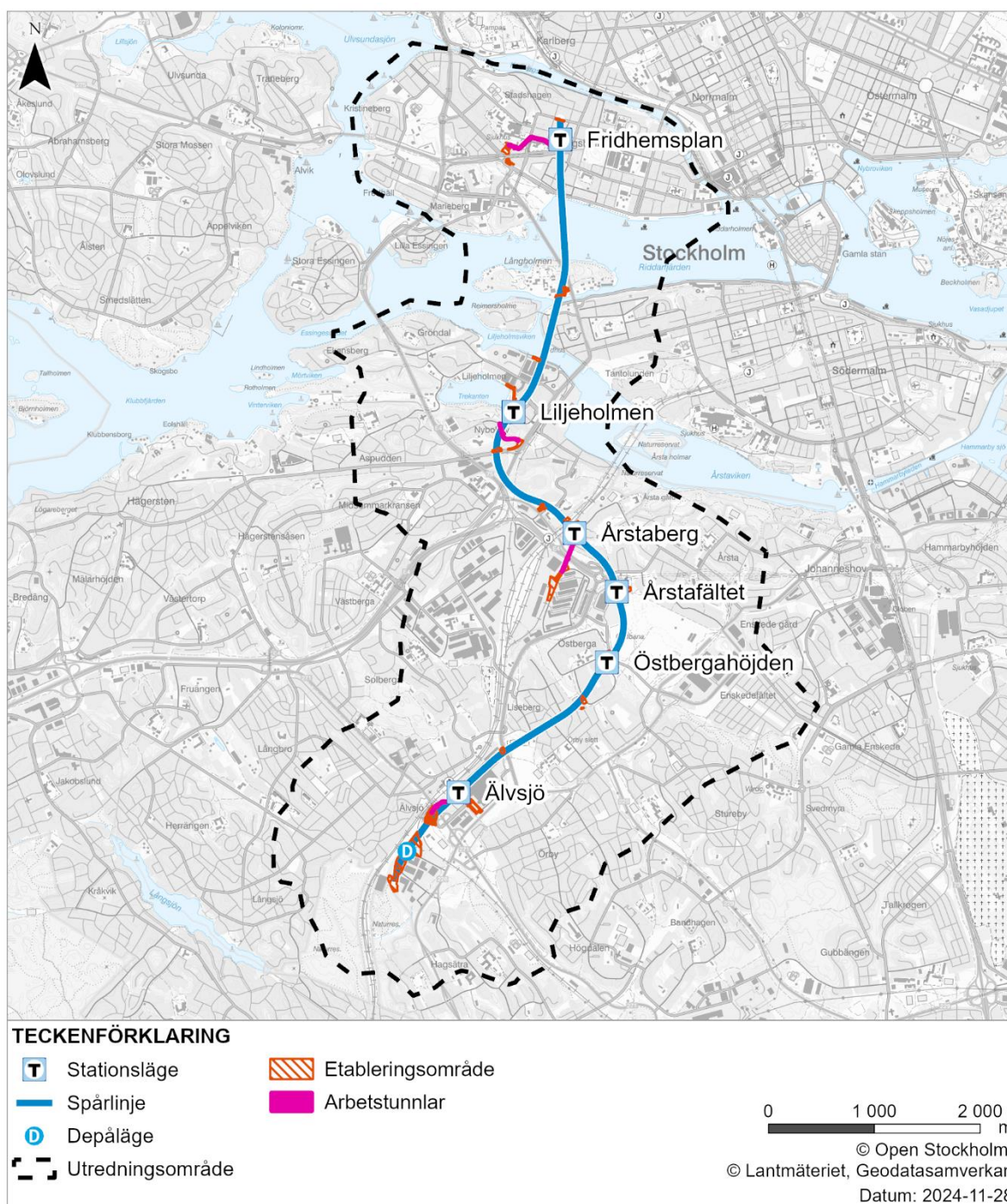
Grundvattenmagasinet inom Årstafältet är ett större sammanhängande magasin som är känsligt för grundvattenpåverkan. I dagsläget dräneras det delvis till befintliga undermarksanläggningar såsom vägtunneln Södra länken med flera. De befintliga undermarksanläggningarna har ingen betydande påverkan på grundvattennivån som fortsatt är marknära och upprätthåller trycknivån i ovanliggande lerlager. För närvarande pågår ett större stadsbyggnadsprojekt inom Årstafältet, där tillstånd för grundvattenbortledning finns. Åtskilliga dräneringar, sponter och andra konstruktioner anläggs som kan påverka grundvattenförhållandena. Exempelvis pågår arbete med att ersätta den stora dagvattenkylverten genom området med en ny och i delvis ny sträckning.

Områdesavrinningen vid Älvsjö och Örby sker via en dagvattentunnel som börjar ungefär vid trafikplatsen med Huddingevägens anslutning till Magelungsvägen. Dagvattentunneln dränerar en del grundvatten.

Inom bostadsområdet vid Älvsjö station och norr om Stambanan kommer den planerade Mästartunneln anläggas före tunnelbaneutbyggnaden och området kan vid byggstart vara ytterligare påverkat. Inom villaområdet vid Älvsjö och Långbro indikerar SGU:s brunnarsarkiv att vissa bergbrunnar kan vara påverkade av befintliga tunnlar.

4 Beskrivning av utbyggnaden av tunnelbanan

Den nya tunnelbanelinjen blir drygt åtta kilometer lång mellan Fridhemsplan och Älvsjö och är tänkt att binda ihop centrala och södra Stockholm. Tunnelbanan planeras få sex stationer, Fridhemsplan, Liljeholmen, Årstaberget, Årstafältet, Östberghöjden och Älvsjö, samt att en ny depå för tunnelbanan planeras söder om station Älvsjö, se Figur 16.



Figur 16. Översikt planerad tunnelbana mellan Fridhemsplan och Älvsjö med etableringsområden för arbetstunnlar, stationer och depå. Detaljerade kartor med etableringsområden återfinns i Teknisk beskrivning.

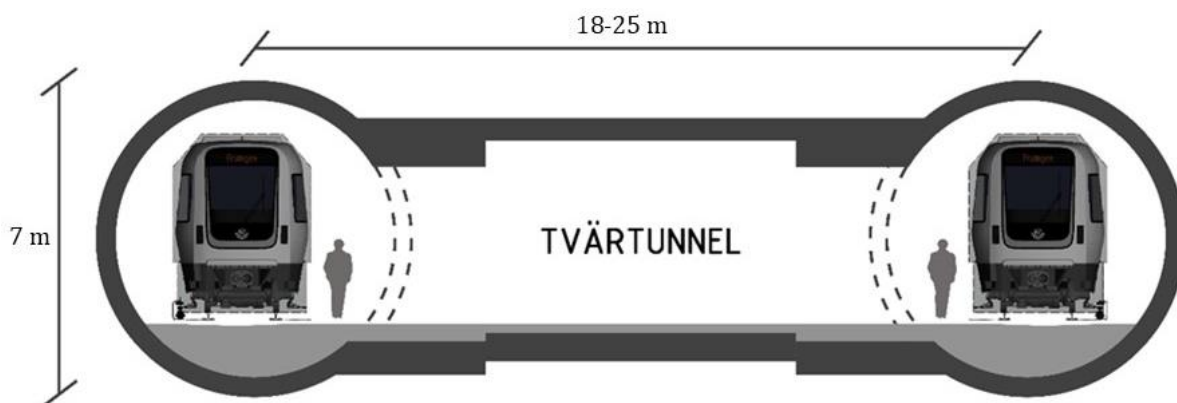
Stationerna ligger i tätbebyggda områden och ytterligare stadsutveckling pågår runt flera av dem. Linjen kommer i sin helhet att gå under jord och blir fristående från övriga tunnelbanelinjer. För att tunnelbanan ska uppnå god funktion och säkerhet behöver delar av anläggningen nå ovan mark. Ovan markytan kommer anläggningen bestå av bland annat stationsuppgångar, byggnader för ventilation och brandgas samt tunnelmynning till servicetunnelarna. En ny depå behövs, för uppställning, service och underhåll av tåg i Älvsjö, som till stor del placeras ovan mark. För att kunna bygga tunnelbanelinjen behövs temporära etableringsytor och arbetstunnlar alternativt sänkschakt för att ta ut massor och hantera material vid stationerna.

Mer detaljerad information om den planerade anläggningen finns att läsa i Teknisk beskrivning (Bilaga A till ansökan).

4.1 Anläggningen

4.1.1 Spårtunnlar, tvärtunnlar och stationer

Tunnelbanelinjen från Fridhemsplan till Älvsjö planeras byggas som två separata enkelspårstunnlar. Mellan spårstunnelarna anläggs tvärtunnlar som förbinder spårstunnelarna med varandra, se Figur 17. Tvärtunnlarna kommer att placeras med cirka 300 meters intervall av bland annat utrymningsskäl. Generellt ligger stationerna längs linjen i storleksordningen mellan 35 och 60 meter under mark, se Figur 18.

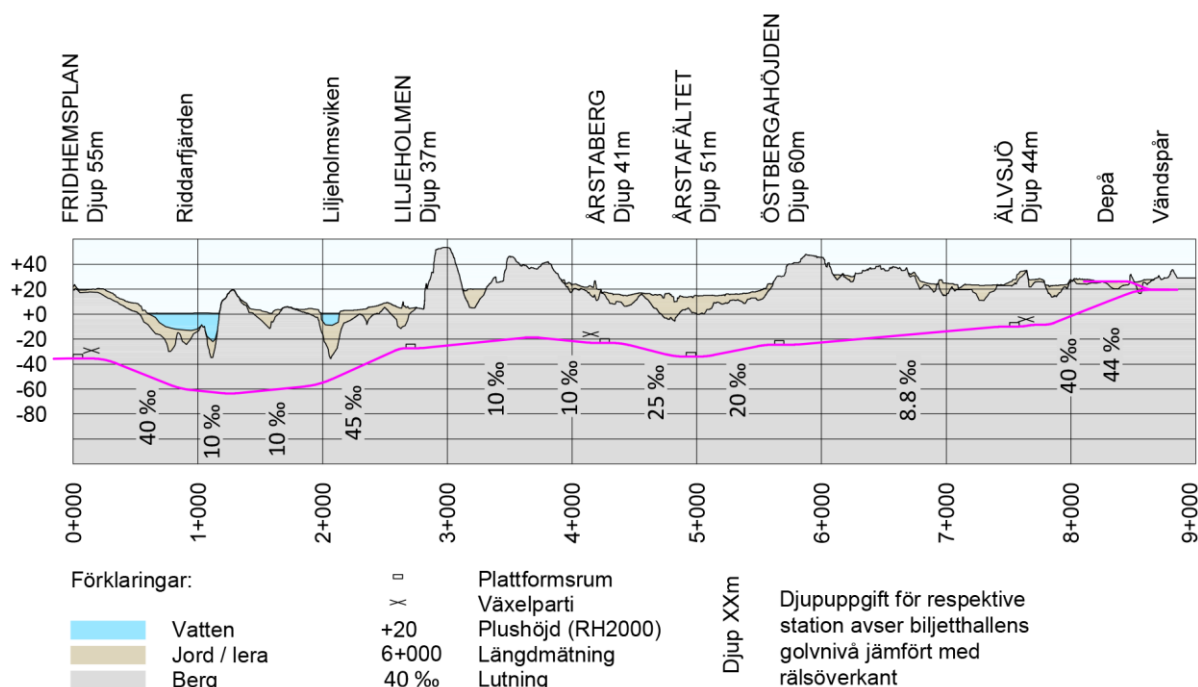


Figur 17. Schematisk tvärsnitt av spårstunnlar med tvärtunnel.

Spårn linjen börjar vid -36 (i höjdsystem RH2000) vid Fridhemsplan som är linjens norra ändstation, se Figur 18. Vid station Fridhemsplan kommer en ny plattform för den nya tunnelbanelinjen att byggas under den befintliga stationen för Grön och Blå linje och kopplas ihop med befintliga förbindelsegångar, rulltrappor med mera under mark. Det blir ingen ny uppgång. Söder om stationen placeras ett växelparti där tågen vänder. Därefter dyker spårn linjen djupare ner i berget under Riddarfjärden och vidare fram under Liljeholmsviken. Här vänder spårn profilen, för att stiga fram till station Liljeholmen. En ny plattform byggs under den befintliga stationen. Den nya tunnelbanan kommer att dela stationsentréer med befintlig Röd linje från Liljeholmstorget men med en tydligare stationsentré mot Trekantsparken.

Efter Liljeholmen stiger spårn tunneln något fram till Årstaberget. Norr om station Årstaberget planeras ett växelparti. Placering av den nya stationen vid Årstaberget är på sydöstra sidan om järnvägsspåret, intill Svärdsåkersplan med en entré som kopplar till flödet pendeltåg, buss och Tvärbanan.

Station Årstaberget och station Östbergahöjden ligger på liknande djup men spårlinjen behöver gå ner däremellan, vid Årstafältet, för att uppnå tillräcklig bergtäckning. Detta på grund av de stora lerdjup som finns vid Årstafältet. Station Årstafältet placeras i den västra delen av de nya kvarteren som byggs i området med stationsentré ut mot huvudgatan.



Figur 18. Spårsträckning (i rosa) under markytan från Fridhemsplan till Älvsjö i förhållande till stationslägen, djup och lutning. Observera att det är olika skalor i längsled och höjdlid.

Station Östbergahöjden får en entré som ansluter till det gångstråk som knyter samman Östberga centrum med nya Årstafältet utmed Östbergabackarna. Från Östberga följer en längre stigning av profilen fram till Älvsjö. Däremellan passerar linjen Liseberg där det finns ett stort antal energibrunnar med djupa borrhål. Linjen gör därför en böj österut för att i möjligaste mån undvika borrhålen. Linjens södra ändstation är Älvsjö. Stationen placeras intill gång- och cykelstråket Älvsjö Broväg, nära Älvsjö station. I anslutning till station Älvsjö finns ett växelparti som möjliggör spårbyte för tunnelbanan. Från station Älvsjö löper tunnelbanans spår söderut under Stambanans spår mot Nynäshamn innan spårprofilen stiger mot markytan där den når platsen för depån i Älvsjö industriområde vid +26. Spårprofilen har ett vändläge efter depån för att göra det tekniskt möjligt för tågen att stiga från tunnelbanelinjen under markytan vid station Älvsjö till depån ovan mark.

4.1.2 Arbetstunnlar och servicetunnlar

Arbetstunnlar används under byggtiden för att bygga både stationer och växelpartier. Huvuddelen av allt bergmaterial som genereras från arbetstunneln och stationen, kommer att transporteras ut via arbetstunneln. Tunnelarna kommer anläggas med en bredd om cirka fem till åtta meter och höjden varierar mellan 6,5 och åtta meter. Vid varje arbetstunnelmynning tas en etableringsyta i anspråk under byggtiden. De stationer som byggs med metoden arbetstunnel är: Fridhemsplan, Liljeholmen, Årstaberget och Älvsjö. De arbetstunnlar som även behövs för serviceändamål under drifttiden permanenteras och kallas servicetunnlar, vilket gäller Fridhemsplan och Liljeholmen.

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

4.1.3 Schakt till markytan

Schakt i jord och berg från markytan kommer att utföras på ett antal olika platser längs tunnelutbyggnaden för olika anläggningsdelar. Flertalet schakt når ner under grundvattenytan.

Schakt krävs för ventilation genom luftutbytesschakt. Tunnelbanan planeras med ventilationssystem i syfte att ventilera luften från spårtunnlar, plattformsrums, biljetthall och teknikutrymmen med koppling till marknivå. Luftutbytet sker genom sju separata luftutbytesschakt samt tunnelmynning mot den nya depån söder om station Älvsjö. De separata luftutbytesschakten står i förbindelse med tunnlar och planeras vid Fleminggatan, Liljeholmsstranden, Hägerstensvägen, Sjöviksbacken, Östbergavägen, Östbergabackarna och Åbyvägen. Luftutbytesschakten varierar mellan cirka 17 eller 31 kvadratmeter i tvärsnittsarea.

Brandgasschakt krävs för brandgasventilation. Det krävs för att säkerställa utrymning av brandgaser i händelse av brand. Vid brand i spårtunnel eller anslutande tunnlar släpps brandgaserna ut via två fristående brandgasschakt på cirka 12 kvadratmeter (vid Fridhemsgatan och Årsta Skolgränd) och vid depå i Älvsjö planeras brandgaser kunna utrymmas som en del av ett större schakt för betongtunnel. Det finns även brandgasschakt inbyggda i varje stations hisschakt.

Schakt krävs även för en teknikbyggnad som planeras på Långholmen. Genom flera långborrhål säkerställs åtkomst från markytan ner till spåransläggningen, där kablar installeras för att bland annat försörja den nya tunnelbanan med el. Teknikbyggnaden beskrivs mer utförligt i Teknisk beskrivning avsnitt 3.7 (Bilaga A till ansökan).

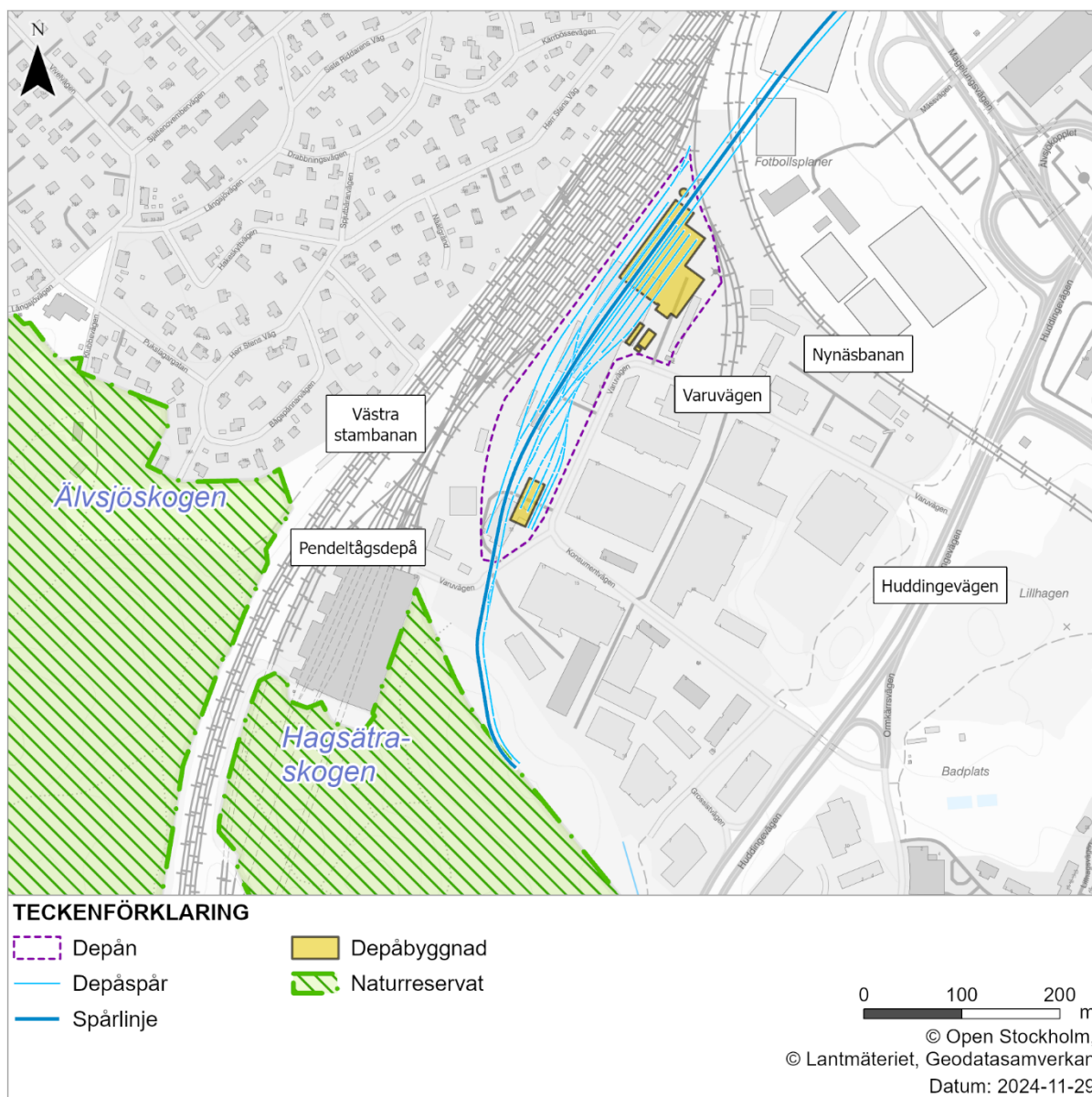
4.1.4 Depå

En ny depå behövs för att kunna trafikera den nya linjen med tunnelbanetåg. Depån dimensioneras för komplett underhåll av sju tåg, varav sex går i trafik och ett är underhålls- och trafikreserv. Fem tåg är nattuppställda i depån och två är nattuppställda i tunnelrör norr om station Fridhemsplan.

Depån placeras i Älvsjö industriområde söder om station Älvsjö. Ovan mark lokaliserar en större depåbyggnad som innehåller uppställningsplatser, verkstads- och städplatser, tvätt- och klottersaneringshall samt förråd och utrymmen för personal. Byggnaden har även ett källarplan för i huvudsak teknikutrymmen. Även fristående teknikbyggnader och en byggnad för arbetsfordon planeras inom depåområdet.

Anslutning till depån sker från station Älvsjö. Eftersom station Älvsjö ligger under mark och depåns anläggning ovan mark förläggs anslutningsspåren i tunnlar. Från station Älvsjö löper tunnelbanans spår söderut under Nynäsbanan innan spårprofilen stiger mot markytan. Delen av spåransläggningen söder om Varuvägen, se Figur 19, har en funktion som vändspår. Detta innebär att tunnelbanetågen här vänder köriktning för att kunna nå depåområdet ovan mark. Även när tågen ska byta plats i depåbyggnaderna ovan mark måste vändspåren användas eftersom spåren ovan mark är för korta och inte plana nog för ändamålet.

Totalt kommer vändspåren att vara cirka 155 meter långa räknat från det växelkryss som används för att möjliggöra förflyttning mellan vändspåren. För att tunnelbanetågen från station Älvsjö ska kunna nå depån leder ett spår upp i ett betongtråg om cirka 100 meter från det östligaste av vändspåren. Vändspåren går i huvudsak i betongtunnel men också en mindre del i bergtunnel. Bergtunneln startar vid norra delen av Hagsåtraskogens naturreservatsgräns och kommer att gå cirka fem meter in i naturreservatet under mark med en tio meters skyddszon. En närmare beskrivning av de olika tunneldelarna inom depåområdet finns i avsnitt 3.8 i Teknisk beskrivning (Bilaga A till ansökan). Samtliga betongtunnlar inom depån byggs med så kallad cut-and-cover. Området är långsmalt och anpassat till platsens förutsättningar i närhet till Stambanans spår samt pendeltågsdepå.



Figur 19. Schematisk illustration över depåområdet samt spår. Depåspår är placerade ovan mark och spårlinje, där vändspåret ingår, går i huvudsak under mark.

4.1.5 Vatten- och avloppsstation

Under drifttiden av tunnelbanan kommer grundvatten (dränvatten) trots tätningåtgärder, att läcka in i tunnlar och stationer. Detta vatten kommer omhändertas med en vatten- och avloppsstation (VA-station) dit det inläckande vattnet leds genom uppsamlingsledningar och pumpstationer i spårtunnlar och stationer. Under drifttiden förväntas det avledda tunnelvattnet hålla samma kvalitet som det inläckande grundvattnet. Förutom dränvatten behöver kapacitet finnas för att omhänderta annat vatten under drifttiden, exempelvis släckvatten från räddningstjänstens brand- och spillbekämpning och spolvatten från tvättning av tunnel. Släckvatten uppkommer endast vid få, extraordinära tillfällen. Spolning utförs maximalt en gång per år.

VA-stationen planeras vid Fridhemsplan och anläggningen planeras omfatta reningssteg för slamavskiljning, så kallad sedimentation, oljeavskiljning och tungmetallavskiljare. I normal drift leds vatten kontinuerligt ut från anläggningen. I VA-stationen finns även möjlighet till provtagning av vatten och avstängning av systemet så att vattnet inte leds ut från anläggningen. VA-stationen förbereds så att det finns ytor som möjliggör installationer av ytterligare reningssteg, om det i

framtiden framkommer behov av rening av idag okända ämnen och föroreningar. Från VA-stationen leds vattnet vidare till dagvattennätet och slutligen till recipienten Riddarfjärden. VA-stationen beskrivs i Teknisk beskrivning avsnitt 5.2 (Bilaga A till ansökan).

4.1.6 Infiltrationsanläggningar

För att undvika skador från grundvattennivåsänkningar längs planerad tunnelinje kan infiltration utföras vid grundvattenberoende objekt inom påverkansområdet. Infiltration 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. En infiltrationsanläggning 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 kapitel 5.3 samt Bilaga A7 till ansökan. 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. Varifrån infiltrationsvattnet hämtas och vilka tekniska möjligheter som finns att leda vattnet dit man behöver det för infiltration under drifttiden kommer utredas i projektet närmare byggstart.

4.1.7 Klimatanpassning och översvämningrisk

Prognostiserad klimatförändring leder till att risken för översvämningar ökar. Häftiga regn är en orsak till översvämningar, liksom nivåförändringar i hav och vattendrag.

Tunnelbanan planeras i huvudsak i täta tunnlar under mark där negativa effekter av översvämningar uteblir. Tunnelarna och stationerna kan endast översvämmas genom anläggningens öppningar ovan mark, exempelvis stationsentréer, tunnelmynningar och luftutbytesschakt. Anpassning till ett förändrat klimat berör främst dessa anläggningars förmåga att hantera förväntade ökade nederbördsmängder och kraftiga flöden under korta perioder. För att ta höjd för klimatförändringar projekteras anläggningen för att inte översvämmas vid ett 100-årsregn. Hänsyn tas även till att kraftiga regn kan bli 20 procent intensivare i framtiden, vilket motsvarar en klimatkraftfaktor 1,2 och att förhöjda nivåer i Mälaren klaras. Översvämningrisker för den färdiga anläggningen och omgivningen under drifttiden beskrivs i miljökonsekvensbeskrivning för järnvägsplan för spårinjen och depå.

Utredning av byggtidens översvämningrisker vid ett 100-årsregn visar att de flesta etableringsytor har ingen eller begränsade översvämningrisker. De begränsade riskerna kan hanteras eller åtgärdas genom befintliga eller planerade lösningar, såsom dagvattenlösningar, mindre trösklar eller höjdsättning runt arbetsplatserna. Vid Årstafältet och Älvsjö industriområde är översvämningriskerna större.

Under byggtiden uppstår en översvämningrisk vid läget för Årstafältets vertikalschakt där området ligger i en lågpunkt. Den nya stadsplaneringen i området innebär att skyfallsåtgärder planeras genomföras vilket minskar riskerna för nya tunnelbanan. Byggtidens risker och permanenta åtgärder samordnas med Stockholms stad. Den permanenta stödkonstruktionen i form av platsgjutna sekantpålar installeras i en ring för det vertikala schaktet för hissar. Konstruktionen byggs med en höjdsättning ovan mark, vilket innebär att ytvatten inte ska rinna ner i schaktet vid skyfall. Permanenta stödkonstruktioner skyddas med spont mot skyfall under byggtid tills den vattentäta konstruktionen är färdigbyggd.

I Älvsjö industriområde planeras en vall runt startgropen för TBM för att leda ytvatten runt schakten vid händelse av ett skyfall. Negativa effekter som kan uppstå vid ett skyfall utan tillräckliga skyddsåtgärder inkluderar skador på byggfordon eller infrastruktur som är del av TBM. Vallarna utformas så att följd effekter av den inte ska skada känsliga objekt i omgivningen.

Projektet tar hänsyn till översvämningsrisker både i utformningen av anläggningen och under byggtiden. Det fortsatta arbetet med att minimera översvämningsrisker fortsätter även under detaljprojekteringen.

4.2 Byggmetoder

Majoriteten av byggarbetena kommer att ske i berg under mark. Spårtunnlarna kommer att drivas genom fullortsborrning med tunnelbormaskin (TBM). För stationer, arbetstunnlar, tvärtunnlar, schakt och depån används metoden borra-spräng. Vid byggandet av konstruktioner som ska nå upp till markytan, såsom hisschakt, luftutbytesschakt och brandgasschakt, kommer det att krävas schaktarbeten i både jord och berg. Detta gäller även betongtunnlar, tråg samt byggnader vid depån.

Vid stationslägen med ny stationsentré i markplan ska ett vertikalt schakt anläggas genom jord och berg ner till kommande station. Schaktet anläggs genom borra-spräng. Om det vertikala schaktet används under byggtiden för att ta upp berg från stationsutrymmet kallas det för sänkschakt. De stationer som byggs med metoden sänkschakt är Årstafältet och Östbergahöjden. Vertikalschakt är permanenta då de under drifttiden kommer att innehålla hissarna från biljetthallen på markytan till underliggande station.

Brandgasschakt och luftutbytesschakt kan byggas på flera olika sätt. Antingen borrar och sprängs schakten på konventionellt sätt, eller utförs så kallad raiseborrning där schaktet utvidgas från stationsutrymme eller nivån för tunneln upp till markytan. Vertikala schakt i berg kan även byggas genom vjersågning där bergvolymen faller ner i underliggande tunnlar. Ledningsomläggningar och förberedande arbeten för att anpassa etableringsytor kan kräva jord- och bergschakt.

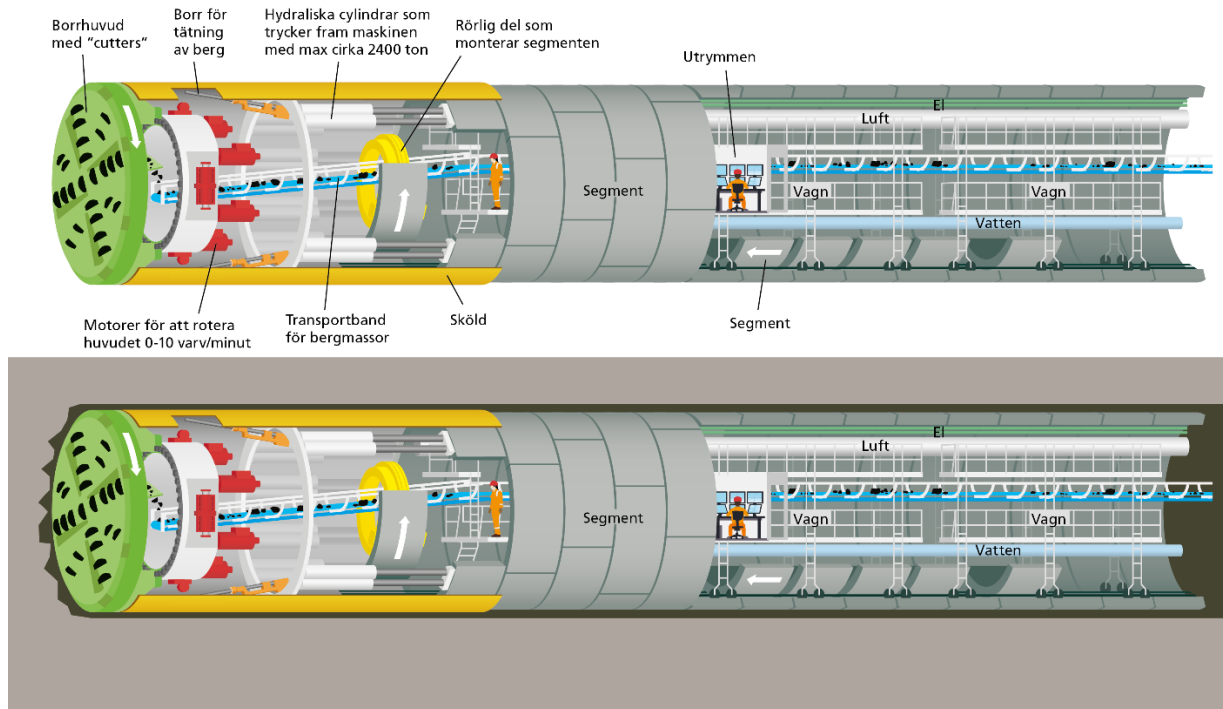
Förutom byggmetoder beskrivs även byggprocessen i en sammanfattning som innefattar arbetsordning, tider och moment i nedan avsnitt 4.2.5.

4.2.1 Byggmetoder i berg

4.2.1.1 Fullortsborrning

Fullortsborrning med TBM är en teknik där tunneln borrar ut igenom berget. Tunneldrivning går snabbare genom drivning med TBM, uppskattningsvis i storleksordningen preliminärt 50 till 100 meter per vecka, än med tekniken borra-spräng, uppskattningsvis cirka 10 till 15 meter per vecka.

Det finns ett flertal olika tunnelbormaskiner men gemensamt för alla är att de består av ett roterande borrhuvud längst fram som maler berget till mindre bitar (fraktion 0 till 80 mm). Det malda berget ger upphov till skivigare och mindre fraktioner än konventionell borring och sprängning. Den maskintyp som är aktuell i detta projekt har utrustning för att montera betongsegment (betonginklädnad) mot berget, se Figur 20 och faktarutan nedan. Tunnlarna tätas successivt med betongsegmenten.



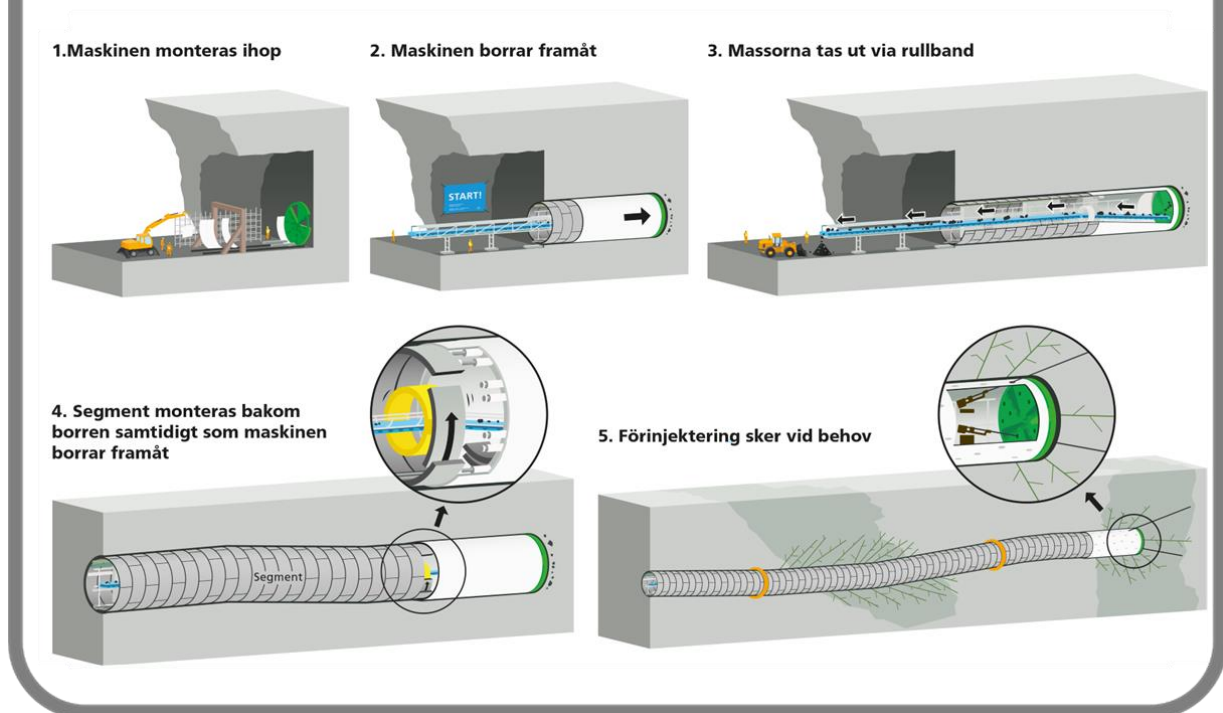
Figur 20. Exempel på tunnelbormaskin, TBM.

En TBM ger en cirkulär tunnelprofil. För anläggande av tunnelbanan behöver TBM ha en diameter på cirka sju meter. I och med att två parallella enkelspåriga tunnelrör för spårtrafik ska anläggas kommer det användas två TBM för att borra tunnarna. TBM drivs med en viss förskjutning till varandra av produktionstekniska skäl. TBM kräver kylvatten under borrhningen som cirkuleras och återanvänds. Normal drivning innebär att TBM borrar cirka 40 till 50 procent av tiden. Resterande tid är maskinen stillastående för montage av betongsegment, byte av skärhuvuden, servicearbete och bygg- och tilläggsarbeten kring TBM.

Ett mellanrum skapas mellan berg och betongsegment som fylls med en blandning av krossat berg och naturgrus. Utrymmet stabiliseras sedan permanent med cementbaserad injektering. Planerad drift av TBM innebär borrhning i så kallat öppet läge vilket medför att vatten rinner mellan berg och betongsegment fram till tunnelns front och borrhuvudet. Därför anläggs tätningsbarriärer i tunneln med cirka 200 meters mellanrum för att minimera inläckage av grundvatten. Barriären placeras runt utsidan av betongsegmenten och expanderas genom att den fylls med cement eller polyuretan för att skapa en tät barriär mellan bergvägg och tunnel. Utrymmet mellan bergvägg och betongsegment som fyllts med krossat berg och naturgrus injekteras sedan från TBM med en cementblandning för att minska grundvattenflöde och erhålla en i princip tät tunnel. Förinjektering av berget kan utföras från TBM både som bergförstärkning och för att minska inläckaget vid större svaghetszoner där större inläckage kan uppkomma.

Utgångspunkten för en tunnel driven med TBM-teknik med betonginklädnad är att erhålla en tät och stabil tunnel med ett lågt inläckage som understiger 2 l/min och 100 meter per tunnelsektion, vilket är betydligt lägre än motsvarande värde för en tunnel anlagd med borra-sprängmetoden. Stockholms bergmassa är heterogen, och består både av vattenförande delar men också av plintar med massivt och tätt berg med liten eller ingen vattenföring. Grundprincipen för genomförandet av tunnarna är att de ska tätas med betonginklädnad. Det finns dock tunnelbormaskiner som har möjlighet att lämna enskilda sträckor utan betonginklädnad. Om sträckor av berg med så låg konduktivitet att inläckaget väntas understiga 2 l/min och 100 meter per tunnelsektion identifieras, kan projektet komma att välja att inte installera segment på just dessa sträckor eftersom tätningen då inte fyller något syfte.

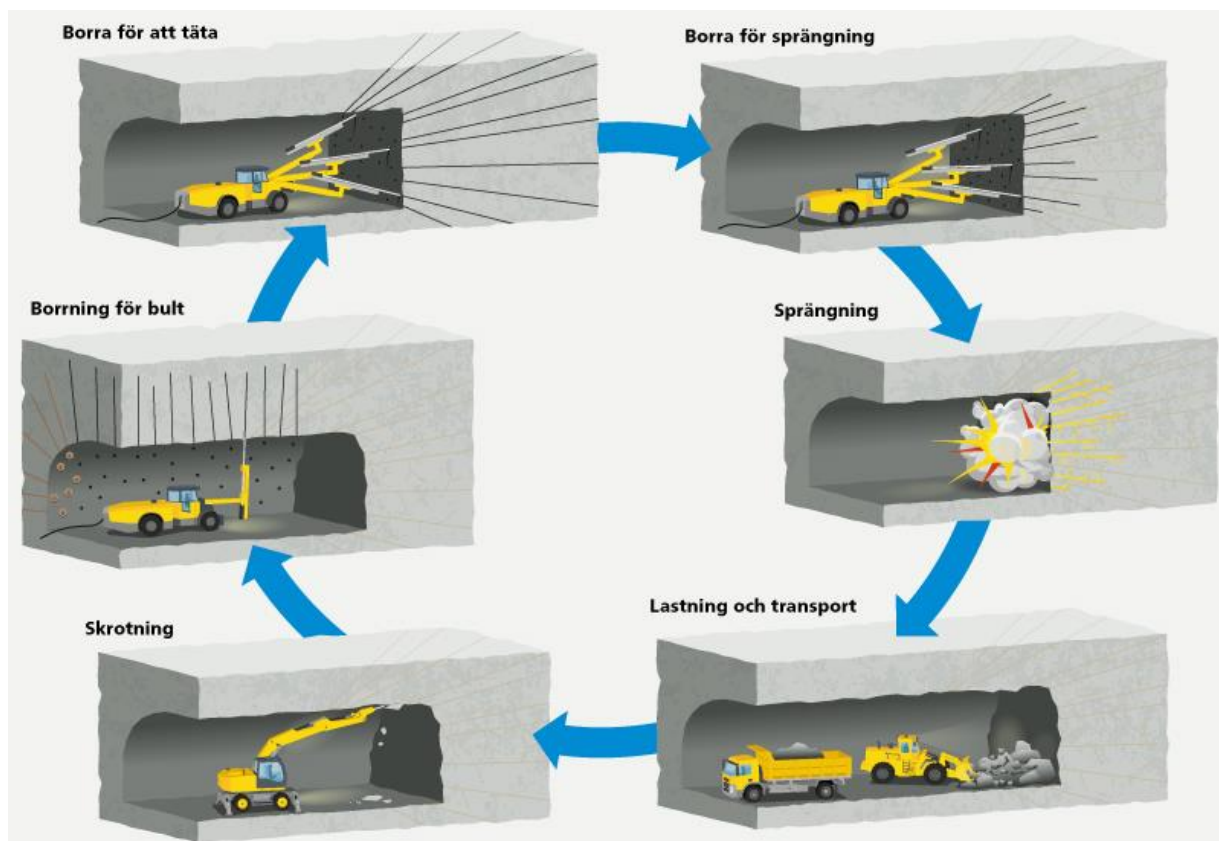
FAKTARUTA: TUNNELDRIVNING MED TUNNELBORRMASKIN



Massorna som genereras från TBM för spårtunnlarna kommer att transporteras via transportband bakom maskinen till etableringsytan i Älvsjö industriområde under den första tiden av borrhningen och därefter till etableringsytan vid Årstakrossen när borrhningen passerat station Årstaberg. Masshantering och transporter beskrivs mer i avsnitt 7.3. När TBM nått Fridhemsplan, demonteras den i delar som sedan transporteras ut genom arbetstunneln.

4.2.1.2 Borrhning och sprängning

Arbetstunnlar, tvärtunnlar, stationsutrymmen, anslutningstunnlar till luftutbytes- och brandgasschakt, starttunnlar för TBM inom depåområdet och bergtunnel för vändspår, kommer till största delen drivas med konventionell metod, den metod som kallas borra-spräng. Metoden omfattar följande huvudsakliga arbetsmoment: borrhning för tätning och förinjektering, tätning av berget (injektering), borrhning inför sprängning (salvborrhning), laddning och sprängning, utlastning av berg, bergskrotning samt bergförstärkning, se Figur 21.



Figur 21. Arbetssteg i borra-sprängmetoden.

Vid förinjektering borrar långa hål runt den blivande tunneln, utanför tunnelns ytterkant. Därefter pumpas en cementbaserad blandning in i borrhålen och ut i sprickor i berget för att täta vattenförande strukturer. När injekteringen härdat har det bildats en tätare zon runt den blivande tunneln. Syftet med förinjekteringen är att minimera inläckage av grundvatten till tunneln. Därefter sker salvbörning, laddning och sprängning. Normalt borrar cirka fyra till sex meter långa hål horisontellt i hela tunnelns front och laddas med sprängämne. Sprängningsarbetena anpassas med hänsyn till risker för skador till följd av vibrationer. Efter det att spränggaserna ventilerats ut och de utsprängda massorna har bevattnats för att reducera dammspridning, lastas massorna och transporteras ut. Bergskrotning och rensning görs därefter med maskiner och för hand med skrotspett för att ta bort kvarstående löst berg i väggar och tak. Därefter spolas bergytan ren med vatten. Bergförstärkning utförs i normalfall med sprutbetong och bultar. Om bergtäckningen är liten, bergkvaliteten är kraftigt nedsatt eller vid passager nära känsliga objekt kan andra typer av förstärkning behövas.

Under normala förhållanden genomförs ungefär en sprängning per dygn. Vid vissa bergförhållanden kan försiktigt berguttag krävas, vilket innebär fler sprängningar per dygn men med kortare salvlängd.

I övergångarna mellan jord och berg, sprängs berget i öppna schakter med yt nära schakt genom borra-spräng. Metoden följer i princip samma arbetsmoment som för sprängning under jord med eventuella behov av tätning och förstärkning. Massor från utrymmen som genereras av drivning med borra-spräng transporteras ut efter omlastning med hjälp av lastbilar. I Region Stockholms pågående utbyggnadsprojekt av tunnelbanan anläggs alla tunnlar med konventionell drivning genom borra-spräng.

4.2.1.3 Vertikala schakt i berg

Öppna vertikala schakt i berg, såsom stationernas hisschakt och schakt för ventilation, kan byggas på olika sätt. En metod innebär att schakten borrar och sprängs ut uppifrån, ett så kallat sänkschakt.

Vid ett sänkschakt behöver inledningsvis markförberedande arbeten utföras, kranar monteras och maskiner etableras, se Figur 22. Berget borrar och sprängs sedan i etapper ner till tunnelnivån. Det krävs en relativt stor etableringsyta kring schakten för att kranar och maskiner ska få plats.



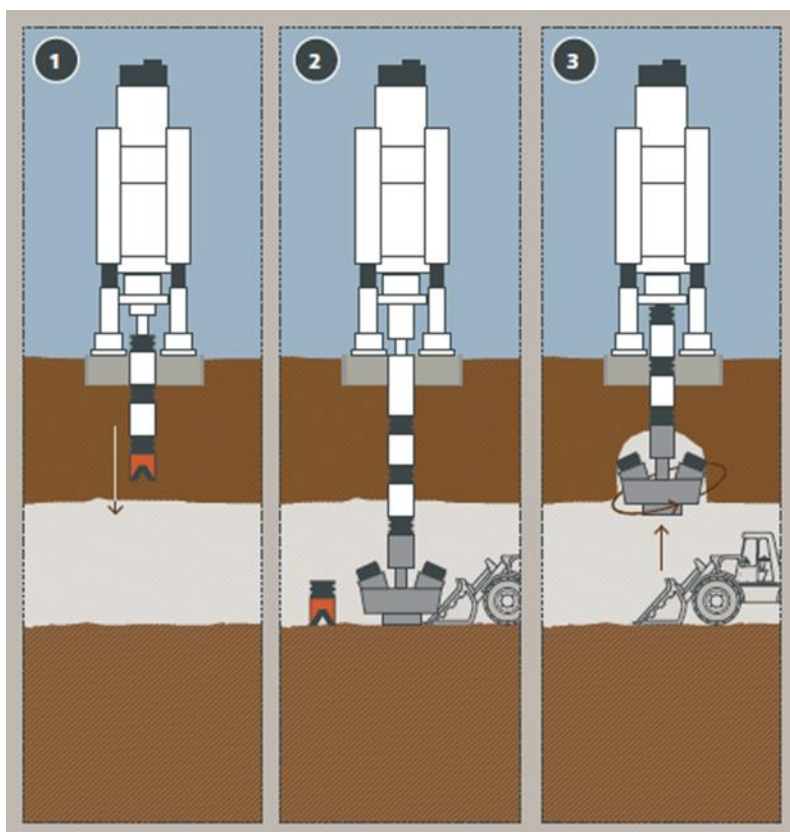
Figur 22. Illustration av ett sänkschakt med traverskran. 1) borra-spräng, 2) bergmassor lyfts upp till en lastbil, 3) bergväggarna förstärks med bultar och betong.

Genom sänkschaktsmetoden tas alla schaktmassor upp via schaktet med hjälp av en stationär eller mobil kran och överförs till en lastficka i marknivå. En mobil larvburen kran kan även användas. Därefter lastas berget med hjullastare på lastbilar för vidare transport bort från etableringsområdet. För varje arbetsmoment sker lyft av maskiner, massor och personal upp eller ner i sänkschaktet. Station Årstafältet och Östbergahöjden byggs genom sänkschaktsmetoden, det vill säga vertikalschakt för station utan arbetstunnel.

En annan metod för bergschakt från markytan är att utföra vadersågning vid känsliga förhållanden. Vadersågning innebär att hål borrar från bergytan ner till underliggande tunnlar och att schaktens sidor därefter sågas med en vajer. Genom borra-sprängmetoden i kombination fås bergvolymen att falla ner i de underliggande tunnlar och kan där lastas ut i sektioner.

Grundläggningen av teknikbyggnaden på Långholmen sker med sedvanlig plansprängning i en spontgrop.

Vertikalschakt kan även byggas genom så kallad raiseborrning. Det innebär att man från bergytan borrar ett mindre hål ner till underliggande tunnel. Därefter kopplas en större borrkrona på och borrhålet utvidgas till den dimension som schaktet kräver, se Figur 23. Schaktet utvidgas från tunneln och upp till markytan och bergmassorna faller ner i underliggande tunnlar. Det går också att kombinera raiseborrning med borra-spräng. Då utförs först raiseborrning, varefter utvidgning av schakten utförs etappvis från markytan och nedåt, där bergmassorna lastas ner i raiseborrhålet och lastas ut från underliggande tunnlar. Luftutbytesschakt och brandgasschakt är de anläggningsdelar som mest troligt byggs genom raiseborrning.



Figur 23. Illustration över byggmetoden raiseborring.

4.2.2 Byggmetoder i jord

På de ställen där det krävs arbeten i jord (biljetthallar och uppgångar, vid arbetstunnlar samt vid ledningsomläggningar) förutsätts arbetena genomföras i öppet schakt.

Schakter i jord kommer bland annat av stabilitets- och utrymmesskäl för det mesta att utföras innanför stödkonstruktion (spont, slitsmur, sekantpålar eller liknande metoder). För mer detaljerad information se avsnitt 4.4.1.1 i Teknisk beskrivning (Bilaga A till ansökan). Där jordschakt under grundvattenytan ska utföras görs stödkonstruktionerna täta för att förhindra grundvatten från att komma in i schakten.

Permanenta stödkonstruktioner utformas så att de efter färdigställande blir så täta att inläckande grundvatten begränsas.

Stödkonstruktionens väggar måste stöttas för att kunna bära trycket från jord, vatten och yttre laster. Inom partier där djupet till berg är grundare än cirka tre till tre och en halv meter kan stödkonstruktioner utföras som konsolsponter där stödkonstruktionen borrar in i berg. Vid djupare schakt måste väggarna stöttas med horisontella hammarband, på en eller flera nivåer, som stämpas inåt i schakten eller förankras bakåt med dragstag som fästs i berg. Oberoende av djup till berg kan stödkonstruktionen också stabiliseras med stämp.

För tunnelbanans jordschakter kommer stödkonstruktioner till berg att användas. I de fall stag används under grundvattenytan kommer de att tätas och kvarlämnas om sponten är djup och det produktionstekniskt blir komplicerat att ta upp den. Där det ska utföras bergschakt inom stödkonstruktionens schakt kommer en kantbalk att gutas mot stödkonstruktionens fot för att säkra ett horisontellt stöd under bergschakten.

Tättningsåtgärder kommer att vidtas för att undvika grundvattenavsänkningar 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 sponten

ner i berget varefter cementbaserat injekteringsmedel trycks ut för att täta vattenförande sprickor i berget. Botteninjektering innebär borrhål och injektering genom schaktbotten. Tätning i jordlagren mellan stödkonstruktion och berg utförs genom kontakt- och jetinjektering. Kontakt- och jetinjektering tätar eventuella hålrum mellan stödkonstruktionens nedre del och bergytan samt jorden bakom stödkonstruktionen och säkerställer att vatten inte tränger förbi spontlås eller ojämnheter. Vid jetinjektering eroderas jorden bort och ersätts med cementsuspension under högt tryck. På så vis skapas en tät jetpelare i glappet mellan stödkonstruktion och berget.

4.2.3 Länshållning under byggtiden

Länshållningsvattnet består under byggtiden av processvatten från tunneldrivning med TBM och från borra-spräng, inläckande grundvatten och regnvatten. Länshållningsvattnet särskiljs mellan TBM och borra-sprängmetoden med både fysiska barriärer och olika system för vattenhantering. Lokala reningsanläggningar kommer att nyttjas och dessa är anpassningsbara och kan modifieras för att möta behov som uppstår under byggtiden. Dessa tekniker kan bland annat inkludera sedimentation, oljeavskiljning, filtrering och kemisk flockning.

4.2.3.1 Länshållning från borrhning och sprängning

Vid arbeten som innebär borrhning och sprängning planeras det länshållningsvattnet som uppkommer att hanteras i lokala reningsanläggningar på närmast liggande etableringsyta. Dessa kommer som minst omfatta sedimentering och oljeavskiljning och kan vid behov kompletteras med ytterligare reningssteg. Vid nyttjande av TBM förekommer sprängning endast vid anläggandet av tvärtunnlar som anläggs cirka var 300:e meter av spårtunnlarna samt vid stationsutrymmena, vid vertikalschakt och arbetstunnlar. Länshållningsvattnet kan innehålla cementrester från injektering och förstärkning som genererar partikulärt material och kan orsaka förhöjda pH-värden. Oljespill från maskiner och hydraulsystem kan förekomma. Då sprängmedel innehåller kväveföreningar vilket inte kan renas i de lokala reningsanläggningarna, kommer vattnet att avledas till spillvattennätet och de kommunala reningsverken för kväverening. Vatten med låga kvävehalter kan ledas till dagvattennätet efter rening. Efter att sprängningarna är klara kommer länshållningsvattnets innehåll av kväve att minska snabbt, men under en period ligga under halter som bör avledas till spillvattennätet och över halter för avledning till dagvattennätet och recipient. Under den tiden behöver hanteringen och avledningen av länshållningsvattnet hanteras i diskussion med tillsynsmyndighet och de kommunala reningsverken. Fysiska barriärer planeras anläggas vid stationerna så att vatten från stationerna inte kan rinna in i spårtunnlarna under byggtiden och leda till att det länshållningsvattnet blir kvävebelastat.

4.2.3.2 Länshållning från TBM

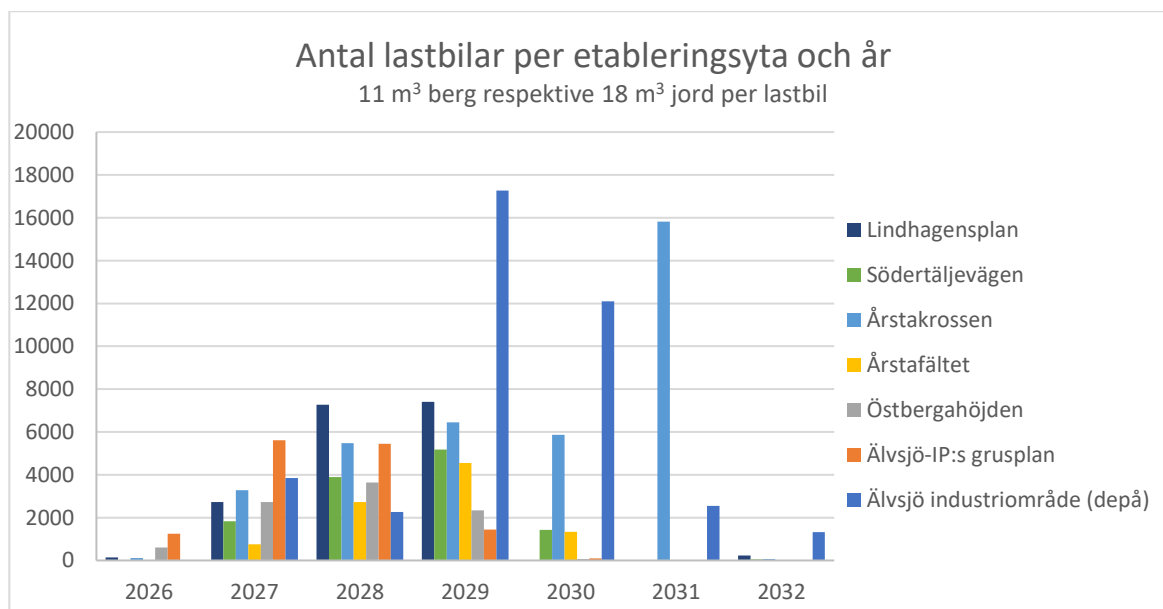
Det processvatten som TBM behöver under borrhningen består av kylvatten som cirkuleras och återanvänds samt vatten för sonderingsborrning, injektering, rengöring med mera. Det länshållningsvattnet som uppstår vid drivning av spårtunnlarna inkluderar inläckande grundvatten. Länshållningsvattnet innehåller höga halter suspenderat material och oljespill från maskiner och hydraulsystem kan förekomma. Till skillnad från borra-sprängmetoden ger TBM-metoden inte upphov till kväveföreningar i länshållningsvattnet då sprängmedel inte används och den har även en begränsad påverkan på pH eftersom betydligt mindre cement används för tätning av berget. Vattnet pumpas från tunnelfronten i en ledning bakom maskinen till etableringsytan i Älvsjö industriområde respektive Årstakrossen. Länshållningsvattnet behandlas och renas lokalt på etableringsytan med sedimentering. Efter den lokala reningen, avleds vattnet till dagvattennätet och vidare till ytvattenrecipient. Om det blir aktuellt kommer möjligheten att leda om vatten från reningsanläggningen till spillvattennätet undersökas, om kvävehalten skulle kräva det.

4.2.3.3 Dagvatten från etableringsytor

Dagvatten är regn- och smältvatten som rinner från ytor. Mängden dagvatten beror mest på mängden nederbörd som kommer. Vattnet kan innehålla oljeföreningar och ha höga partikelhalter. Generellt ska höjdsättning av etableringsområdena anordnas så att tillrinning av nederbördsvatten till arbetstunnlar och sänkschakt minimeras. Eventuellt anläggs en ränna i arbetstunnelns mynning, vid sänkschaktet eller hisschaktet, där dagvatten kan fångas upp för att i möjligaste mån förhindras från att komma ner i underliggande tunnel då det blir svårt att särskilja från inläckande grundvatten. Den nederbörd som faller på etableringsytorna ska rinna till dagvattenledningar. Vattnet går först via en oljeavskiljare innan påkopplingen till det kommunala dagvattennätet som leder vattnet vidare till ytvattenrecipient. Undantaget är etableringsytor där utsprängda massor förvaras temporärt, det vill säga Årstafältet och Östbergahöjden. Nederbördsvatten från dessa ytor kan innehålla förhöjda kvävehalter, varför detta dagvatten kan komma att avledas till spillvattennätet.

4.2.4 Etableringsytor och transportvägar

Etableringsytorna anläggs i anslutning till arbetstunnlar, teknikbyggnad på Långholmen, vertikala schakt för stationsuppgångar, luftutbytesschakt och brandgasschakt samt depån. Ytorna används för hantering, lagring och borttransport av bergmassor, upplag av material, installationer och arbetsbodas, lokala mobila reningsanläggningar samt för arbetsmaskiner och fordon. Där det behövs placeras verkstads- och förrådsutrymmen. Under hela byggtiden sker transporter till och från etableringsytorna i form av byggtrafik. I Tabell 6 framgår vilka transportvägar som kommer att nyttjas till och från etableringsområden för stationer och arbetstunnlar. Drygt en fjärdedel var av alla lastbilstransporter bedöms komma från Älvsjö industriområde samt från Årstakrossen. Resterande transporter sker jämnt fördelat från övriga etableringsområden vid arbetstunnlar och schakter och uppgår sammanlagt till knappt 50 procent av transportererna. Figur 24 illustrerar antalet transportrörelser över tid per etableringsyta.



Figur 24. Transportrörelser över tid per etableringsyta. Jord- och bergmassor.

Vid TBM för drivning av spårtunneln, behöver etableringsytan vara störst där maskinen startar, eftersom tunnelbormaskinerna byggs ihop och etableras där. Den etableringsytan placeras i det framtida området för depån i Älvsjö industriområde.

Största delen av etableringsytorna kommer att användas tillfälligt och endast de ytor som krävs för projektets genomförande får tas i anspråk. De etableringsytor som kommer att behövas redovisas

översiktligt i Figur 16. I Teknisk beskrivning (Bilaga A till ansökan) finns mer detaljerade kartor med planerade etableringsytor.

Nedan listas de arbetsmoment som typiskt kan förväntas förekomma på etableringsytorna:

- Borrning i berg
- Spontning
- Pålning
- Jordschaktning
- Sprängning av ytnära berg
- Vattenrening
- Masshantering och transporter
- Ventilation

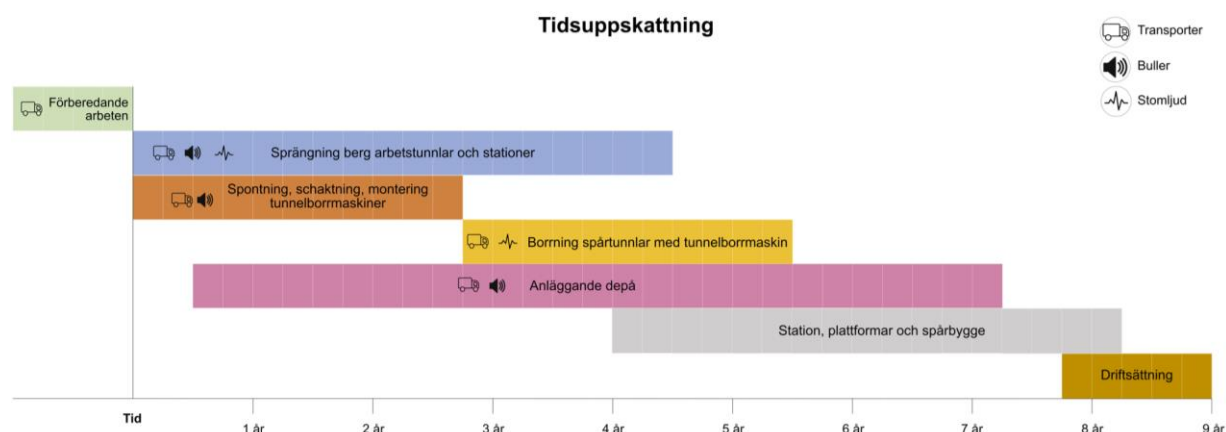
Tabell 6. Huvudsakliga transportvägar som planeras nyttjas till och från etableringsområden för stationer, arbetstunnlar och TBM-start i Älvsjö industriområde.

STATION/ARBETSTUNNEL	TRANSPORTVÄGAR
Fridhemsplan	Etableringsytan nås från E4/E20 via Drottningholmsvägen och Lindhagensgatan
Liljeholmen	Etableringsyta för arbetstunnel nås från E4/E20 via Liljeholmsvägen, Nybohovsbacken, Hägerstensvägen och Södertäljevägen Etableringsyta för station nås via Trekantsvägen och Liljeholmsvägen
Årstaberget	Etableringsytan för arbetstunnel nås från E4/E20 via Partihandlarvägen, Grosshandlarvägen och Åbyvägen Etableringsytan för station nås från Svärdlångsvägen och Årstabergsvägen
Årstafältet	Etableringsytan nås från E4/E20 via väg 75, Åbyvägen, Grosshandlarvägen och Östbergavägen
Östberghöjden	Etableringsytan nås från E4/E20 via Åbyvägen, Västberga allé och Östbergavägen
Älvsjö	Etableringsytan för arbetstunnel nås från Huddingevägen och Magelungsvägen Etableringsytan för station nås från Huddingevägen, Magelungsvägen och Mässvägen
Älvsjö industriområde	Etableringsytan nås från Huddingevägen, Magelungsvägen, Varuvägen och Konsumentvägen

I slutet av byggtiden återställs den mark som tillfälligt har använts som etableringsytor under byggtiden. För de arbetstunnlar (Fridhemsplan och Liljeholmen) som ska finnas kvar som servicetunnel när tunnelbanan tagits i drift kommer en viss del av ytan att avsättas för permanent åtkomst till tunneln. För depå kommer stora delar av etableringsytan övergå i permanent område för depå.

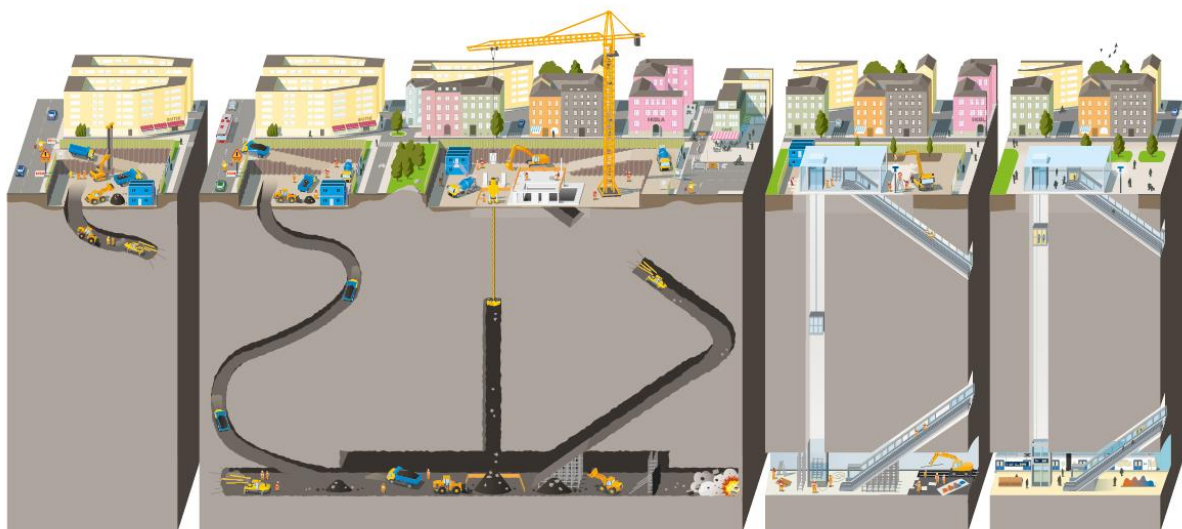
4.2.5 Genomförande

För att bygga tunnelbanan mellan Fridhemsplan och Älvsjö kommer olika moment att behöva utföras under olika faser av byggtiden, se Figur 25.



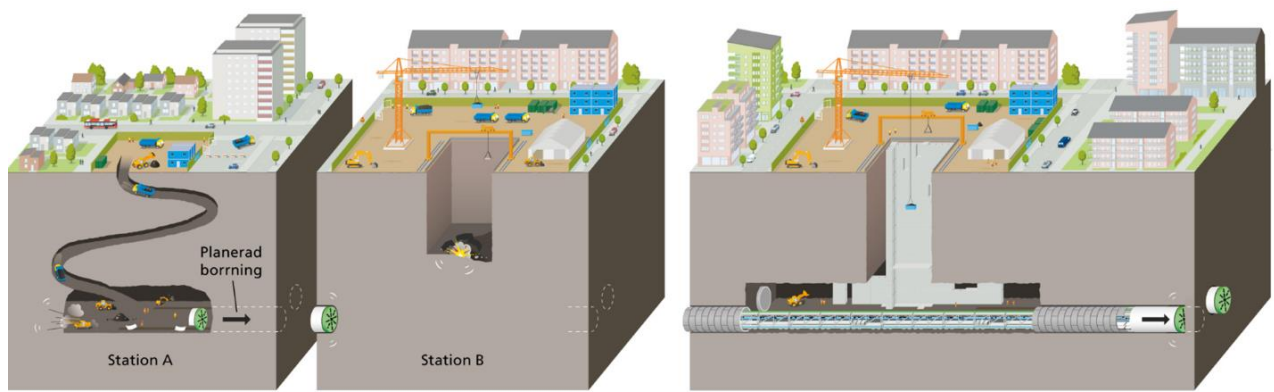
Figur 25. Översiktlig tidplan över byggtiden för tunnelbana till Älvsjö.

Arbetena påbörjas med etablering vid planerade arbetstunnlar och stationslägen för uttag av berg. När drivningen av arbetstunnlar kommit en bit sker lastning av massor inne i tunneln för att minska omgivningspåverkan av exempelvis buller, se Figur 26. De arbetstunnlar som inte planeras att bli permanenta efter att tunnelbanan är färdigbyggd, stängs igen.



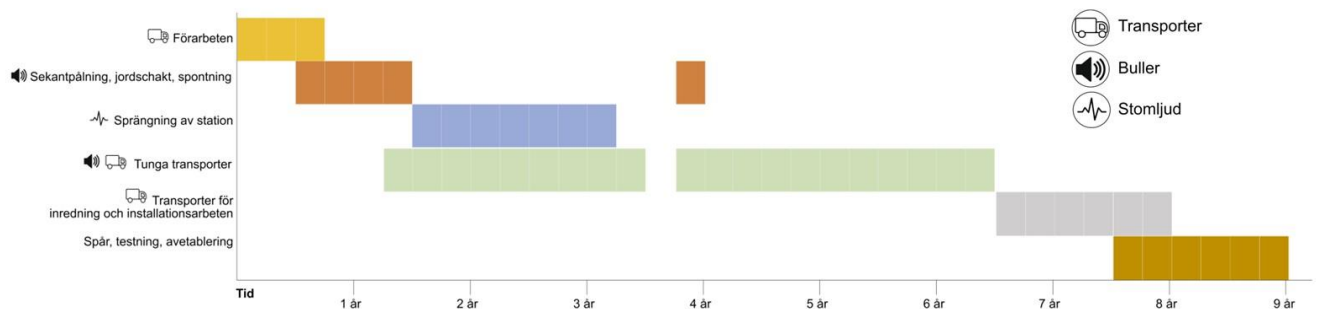
Figur 26. Olika steg i byggandet av en tunnelbanestation med hjälp av metoden arbetstunnel.

Bygget startar tidigt vid stationslägena och stationsutrymmet i berg. Detta eftersom det behöver vara utsprängt och förberett för att kunna dra TBM genom stationen, innan TBM kommit fram till respektive stationsläge. Se Figur 27.

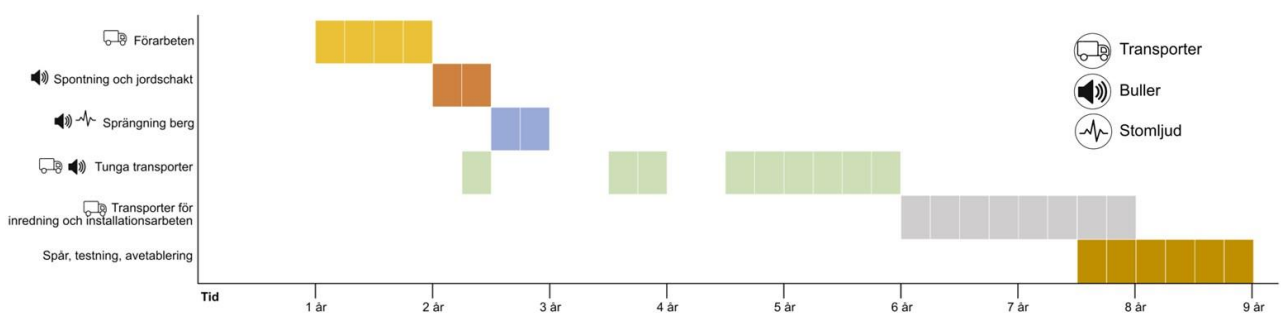


Figur 27. Illustration över olika faser i byggtiden vid användning av TBM.

För stationerna Årstafältet och Östbergahöjden som byggs med metoden sänkschakt kommer det relativt tidigt att påbörjas arbeten vid kommande stationsuppgång. Här installeras kranar och maskiner efter att inledande markförberedande arbeten gjorts, se Figur 22 samt Figur 28. Den totala byggtiden är ungefär densamma mellan arbetstunnel och sänkschaktsmetoden, dock kan uppehåll ske mellan vissa arbetsmoment, jämför Figur 28 och Figur 29.



Figur 28. Exempel på tidsuppskattning för station Årstafältet som byggs genom metoden sänkschakt.



Figur 29. Exempel på tidsuppskattning för station Älvsjö som byggs genom metoden arbetstunnel.

TBM byggs ihop vid Älvsjö industriområde på samma plats där depån för den nya tunnelbanan kommer att byggas. En cirka 170 meter lång, cirka 20 meter djup och 30 till 45 meter bred startschakt anläggs för att montera TBM. Därefter borrar de två tunnlarna från Älvsjö industriområde norrut mot Fridhemsplan. Ett troligt avstånd mellan TBM-fronterna kommer vara runt 500 till 800 meter. När TBM når fram till en utsprängd station, dras TBM igenom stationen och fortsätter borra ut spårtunnlarna på andra sidan av stationen.

Byggandet av startgropen och logistiksystemet inklusive montage av TBM tar cirka tre år. Arbetet sker i två skeden kopplat till masshanteringen för att kunna genomföra flera olika arbeten

parallellt. Spårtunnlarna tar knappt tre år att byggas med TBM. Efter ett och ett halvt år förväntas TBM nå Årstaberget. Då flyttas uttaget av massor från TBM till Årstakrossen. Även vattenrening och materialupplag flyttas. Spårtunnlarna från Älvsjö industriområde till Årstaberget står då fria för andra arbeten såsom spår- och plattformsarbeten. Därmed kan även byggandet av depån i Älvsjö fortsätta.

I slutet av byggtiden anläggs tvärtunnlarna, luftutbytesschakt och brandgasschakt samt övriga anläggningar ovan mark. Sist sker bygg- och installationsarbeten och konstruktionsarbeten för plattformar, spår- och styrsystem.

5 Alternativ

5.1 Nollalternativ

En miljökonsekvensbeskrivning ska innehålla en beskrivning av miljöns sannolika utveckling om den planerade verksamheten inte genomförs. I detta fall innebär det att den planerade tunnelbanan mellan Fridhemsplan och Älvsjö med tillhörande depå inte kommer till stånd. Övriga planerade åtgärder med infrastrukturutbyggnader och stadsutvecklingsprojekt antas dock genomföras enligt nuvarande planering även om den planerade tunnelbanesträckan inte anläggs. Genomförandet av framför allt stadsutvecklingsprojekten i närheten av den planerade utbyggnaden kommer dock försvåras utan tunnelbanan. Utan tunnelbanan behöver nytt och utökat kollektivtrafikutbud ske med bussar i stället vilket inte ger samma attraktivitet och kräver också utrymme i gatunätet.

Nollalternativet innebär att det inte blir någon grundvattenbortledning från tunnelbanan och övriga störningar under byggtiden, så som buller, uteblir. En viss grundvattenbortledning förväntas inom utredningsområdet till följd av andra infrastrukturprojekt som erhållit tillstånd för grundvattenbortledning, se avsnitt 2.1. I nollalternativet förväntas en grundvattenbortledning ske mellan Liljeholmen och Årstaberget av avloppstunneln Stockholms framtida avloppsrening (SFA), där avloppstunneln förväntas bli klar år 2026. Tunneln har ett beräknat inläckage på cirka 8 l/min och 100 meter tunnel. I nollalternativet förväntas även en grundvattenbortledning ske vid Liljeholmen och även Älvsjö, norr om Stambanan, av den planerade Mässtunneln, som är en avloppstunnel från Älvsjö till Liljeholmen som planeras tas i bruk år 2030. Mässtunneln har ett beräknat inläckage till anläggningen på 7,0 l/min och 100 meter tunnel.

Flera underjordsanläggningar, byggnader och hårdgjorda ytor tillsammans med dagvattensystem har sedan länge påverkat grundvattensituationen. Vattenverksamheter med betydande påverkan inom påverkansområdet är bland andra tunnelbanans Blå linje och Röd linje, befintliga ledningstunnlar, garage under mark och LOD-anläggningar.

Nollalternativet innebär i huvudsak ett vidmakthållande av dagens situation, men med nödvändiga åtgärder för att underhålla och utveckla befintlig infrastruktur.

5.2 Lokaliseringsalternativ

Med utgångspunkt i den inriktning som avtalades i Sverigeförhandlingen, att tunnelbanan skulle gå mellan Fridhemsplan och Älvsjö, gjordes under åren 2020 och 2021 en lokaliseringstudie. Lokaliseringstudien studerade flera alternativa lösningar och slutligen förordades den sträckning som ligger till grund för lokaliseringen av anläggningen som redovisas i ansökan. Genom lokaliseringsarbetet inleddes också samrådsprocessen för projektet.

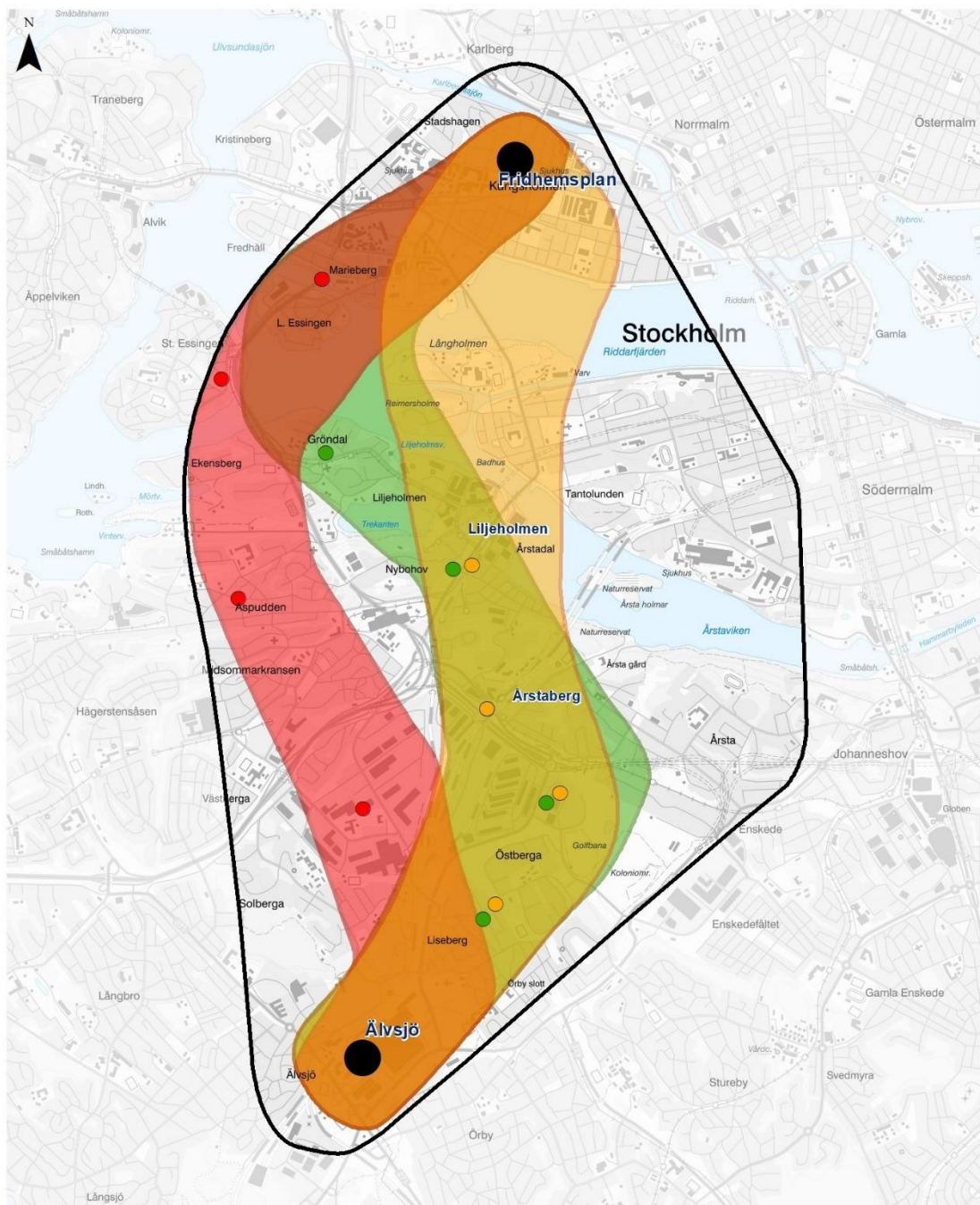
I arbetet med generering av alternativ diskuterades även förutsättningarna för depåkapacitet, möjlighet till framtida förlängningar och produktionsmetoder. En särskild lokaliseringstudie för depå togs fram efter att beslut om sträckningsalternativ var fattat. Även det alternativ som förordades i lokaliseringstudien för depå beslutades i linje med utredningen och ligger till grund för den lokalisering och utformning av anläggningen som redovisas i ansökan. Nedan beskrivs det genomförda arbetet närmare.

5.2.1 Korridor och stationer

5.2.1.1 Utredning och val av korridor och stationsområden

Inom utredningsområdet studerades möjliga korridorer. Resultatet gav sex korridorer med sex till åtta stationsområden inom respektive korridor, se Figur 30 och Figur 31. Två kartbilder har valts av redovisningsskäl för att särskilja de olika korridorerna.

Korridorerna analyserades och beskrevs utifrån parametrar såsom byggbarhet, svårigheter och möjligheter, tänkbara effekter (bland annat miljöeffekter) och konsekvenser (bland annat sociala konsekvenser) samt osäkerheter.



© Lantmäteriet, Geodatasamverkan SLL, Open Stockholm

TECKENFÖRKLARING

- Utredningsområde
- Stationsläge start- & ändhållplats
- Föreslaget stationsläge alternativ A
- Föreslaget stationsläge alternativ C
- Föreslaget stationsläge alternativ D
- Utredningskorridor A
- Utredningskorridor C
- Utredningskorridor D

Tunnelbana till Älvsjö

Utredningskorridorer & stationslägen

Datum: 2020-09-24

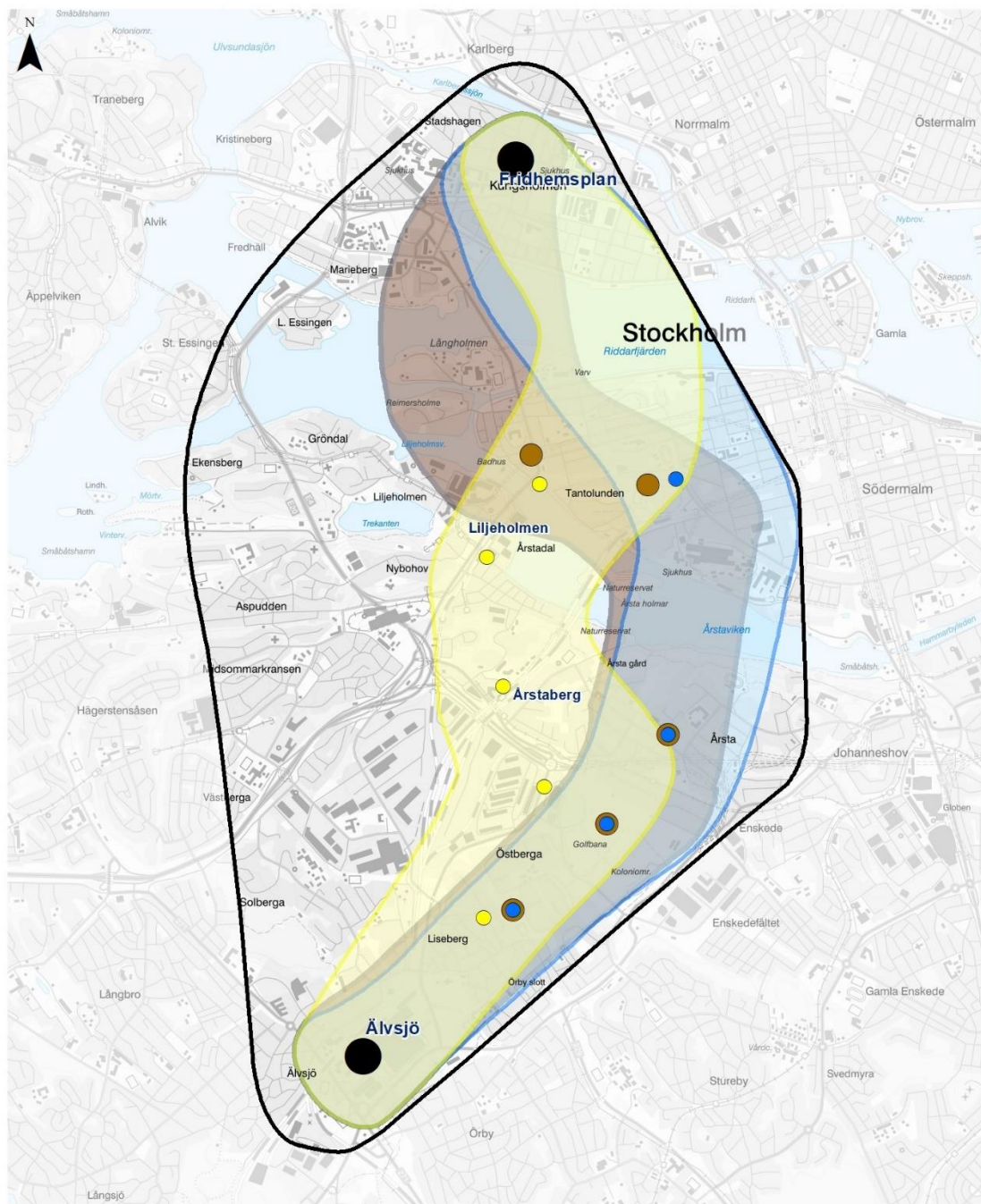
Skala (A4): 1:36 294

Koordinatsystem: SWEREF99 18 00



\\corp-pbwan-nef16\proj\6570103261\3216_Gis\67_MXD\Korridor\Korridor_HH.mxd

Figur 30. Framtagna korridorer A, C och D med stationsområden inom varje korridor som cirklar.



© Lantmäteriet, Geodatasamverkan SLL, Open Stockholm

TECKENFÖRKLARING

- | | |
|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Utredningsområde | Föreslaget stationsläge alternativ F |
| Stationsläge start- & ändhållplats | Utredningskorridor E |
| Föreslaget stationsläge alternativ E | Utredningskorridor B |
| Föreslaget stationsläge alternativ B | Utredningskorridor F |

Tunnelbana till Älvsjö

Utredningskorridorer & stationslägen

Datum: 2020-09-24

Skala (A4): 1:36 294

Koordinatsystem: SWEREF99 18 00



\\corp-pb\wan-net\SE\Projects\6370103\6370103_04\67_MXD\Korridorerna\Korridor_m_HH.mxd

Figur 31. Framtagna korridorer E, B och F med stationsområden inom varje korridor som cirklar.

Tekniska förutsättningar gällande spårlinje, bergkvalitet och geologi användes som underlag för bedömning om risker i samband med passage av vatten under Liljeholmsviken, Årstaviken och Riddarfjärden. För att minska riskerna så eftersträvades en så kort sträcka som möjligt. Även

områden med djupa ler- och jordlager försökte undvikas. Alternativen C och F bedömdes som mest fördelaktiga medan alternativ B och E bedömdes mest komplexa ur geoteknisk synpunkt. Den höga geotekniska komplexiteten bestod bland annat i att stationerna hamnar i lägen där det är långt ner till bergytan.

En indikator för risken för påverkan på grundvatten utvärderades. Indikatorn mätte hur stor andel av korridorens yta som är grundvattenmagasin. Det visade sig dock att variationen mellan alternativen inte var betydande och det skiljer sig även beroende på läget inom respektive korridor. I alla korridorer påverkades också energibrunnar.

Miljöaspekter som bedömdes var

- föroreningar i mark och grundvatten,
- ytvatten,
- naturmiljö,
- kulturmiljö och stadsbild,
- boendemiljö och hälsa samt
- klimatpåverkan och användning av resurser.

Miljöaspekterna bedömdes vara jämförbara mellan korridorerna med vissa mindre skillnader. Alla alternativ berör riksintresse för kulturmiljö Stockholms innerstad. Ingen av korridorerna bedömdes medföra en miljöpåverkan som gör att alternativet skulle bedömas som ej genomförbart.

För analyserna av resenärsnytta jämfördes effekterna av respektive alternativ med ett jämförelsealternativ. Jämförelsealternativet utgör ett scenario år 2050 utan en ny tunnelbanelinje. I analysen av sociala aspekter bedömdes i vilken grad alternativen fångar upp socioekonomiskt svagare områden, områden med låg tillgång till spårbunden kollektivtrafik samt områden som idag är bilberoende och som knyter dessa till viktiga målpunkter i staden som kan bidra till ökade sociala värden. Vilka stationslokaliseringar som studerats för respektive korridoralternativ framgår av Tabell 7. Av tabellen framgår att alla alternativ startar respektive slutar i Fridhemsplan och Älvsjö medan det finns en variation mellan alternativen längs med korridorerna. Antalet stationer baseras på ett lämpligt stationsavstånd. Som grund för bedömning om lämpligt stationsavstånd finns en inriktning om att det längsta gångavståndet till en stationsentré bör vara max 900 meter.⁶

Sammantaget bedömdes två alternativ ge bättre förutsättningar att uppnå projektets mål och ändamål än övriga fyra. Skillnaden mellan alternativen avseende hydrogeologi, miljö och geoteknik bedömdes inte så stora att de i sig var styrande för val av alternativ. I samrådsunderlaget från juni 2021 redovisades korridorerna som aktuella och benämndes Väst (alternativ A) respektive Öst (alternativ F) för att underlätta i kommunikationen med berörda. Övriga korridorer redovisades i samrådsunderlaget som bortvalda alternativ, se vidare i avsnitt 5.2.2.

⁶ Riktlinjer Planering av kollektivtrafiken i Stockholms län, Stockholms läns landsting, SL-S-419761

Tabell 7. Stationslokaliseringar per korridoralternativ (A – F).

STATIONSLOKALISERING	A	B	C	D	E	F
Fridhemsplan	X	X	X	X	X	X
Marieberg/Lilla Essingen			X	X		
Stora Essingen			X			
Södermalm		X			X	X
Hornstull						X
Gröndal				X		
Liljeholmen	X			X	X	
Årsta		X				X
Årstaberget	X			X	X	
Aspudden			X			
Årstafältet	X	X		X	X	X
Östberga	X	X		X	X	X
Västberga industriområde			X			
Älvsjö	X	X	X	X	X	X



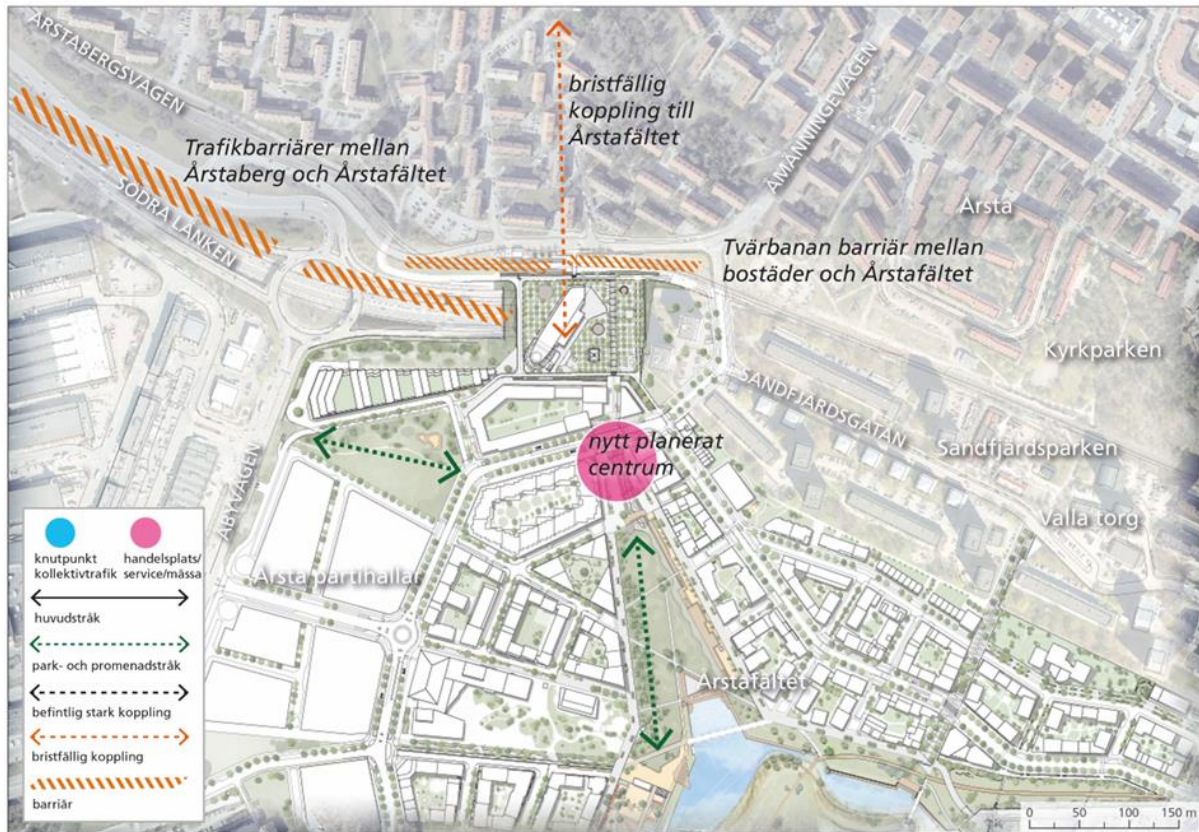
Figur 32. Utredningsalternativ med stationsområden år 2021.

Efter genomfört samråd och länsstyrelsens beslut om betydande miljöpåverkan för järnvägsplanen slutfördes lokaliseringstudien och alternativ Väst förordades. Skälen till att alternativ Väst förordades var att det "är det mest resurseffektiva alternativet som bäst stödjer den framtida bostadsutvecklingen med nya bostäder i Årstaberget och Liljeholmen. Alternativ Väst ger också störst resenärsnytta till lägst kostnad". Miljökonsekvenserna bedömdes inte vara

alternativskiljande förutom avseende klimatpåverkan där alternativ Öst som har en längre sträcka medför en större klimatpåverkan. Trafiknämnden inom Region Stockholm beslutade i enlighet med förslaget i december 2021.

5.2.1.2 Fördjupning kring stationers lokalisering

Efter beslut om korridor fördjupades utredningsarbetet kring utformning av spårlinje och stationslägen. Ett särskilt samråd om stationsuppgångar hölls i juni 2022 där ett mer avgränsat område för stationer redovisades tillsammans med en platsanalys, se exempel i Figur 33.



Figur 33. Årstafältet, platsanalys. Planerad ny bebyggelse är illustrerad med vita rektanglar.

De redovisade stationslägena i samrådet juni 2022 var för varje station ett ungefärligt område där en station kan komma att ligga, se Figur 34.



Figur 34. Årstafältet. Området där möjlig uppgång för tunnelbanestationen studeras är inringat. Planerad ny bebyggelse är illustrerad med vita rektanglar.

Tillsammans med framför allt Stockholms stad värderades olika placeringar av stationsentréer inom de tidigare avgränsade områdena. Stationslägena värderades utifrån grad av måluppfyllelse gällande befolkning och samhällsfunktion, beroenden, kostnader samt natur och kultur. Med befolkning och samhällsfunktion avses lokaliseringens förmåga att bland annat bidra till att öka jämlikheten mellan områden och människor, ge god tillgänglighet till målpunkter och begränsa omgivningspåverkan under byggtiden genom att minimera transporter och påverkan på tredje part. Beroenden handlar om att minimera risker för att uppnå funktionen med anledning av andra aktörer, det vill säga att en annan aktör behöver göra en aktivitet för att stationen ska fungera fullt ut. Natur och kultur innebär att begränsa påverkan på naturmiljö, friytor och parkmiljöer samt visa varsamhet mot kulturmiljön. Resultatet blev de lokaliseringar av stationer som utgör grunden till ansökan.

5.2.2 Bortvalda korridoralternativ och stationslägen

Som del i samrådsunderlaget i juni 2021 redovisades PM Valda och bortvalda korridorer.⁷ Nedan ett referat av motiven till att välja bort korridoralternativen med tillhörande stationslägen.

⁷ <https://nyatunnelbanan.se/wp-content/uploads/files/Samr%C3%A5dsunderlag%20PM%20Valda%20och%20bortvalda%20korridorer.pdf>

5.2.2.1 Korridoralternativ B

Korridoren innebär ett östligt läge i utredningsområdet för lokaliseringsutredningen via Södermalm och innehåller stationsområdena Fridhemsplan, Södermalm (i närheten av Södra station, Södersjukhuset och Zinkensdamm), Årsta, Årstafältet, Östberga och Älvsjö.

Alternativ B medför näst lägst effekt på resandet och ger därmed dåliga förutsättningar att nå projektets ändamål och mål med avseende på resande och tillgänglighet. Alternativet är snarlikt korridor F (utredningsalternativ Öst) men saknar många av de fördelar som alternativ F medför, bland annat sett till resande, geoteknisk komplexitet och längd på vattenpassage. Med korridor B nås förhållandevis få stadsutvecklingsområden och alternativet presterar därför dåligt även sett till målet om att bidra till stadsutveckling. Korridor B avfärdades därför till förmån för fortsatt utredning av korridor F.

5.2.2.2 Korridoralternativ C

Korridoren innebär ett västligt läge inom utredningsområdet för lokaliseringsutredningen och innehåller stationsområdena Fridhemsplan, Marieberg/Lilla Essingen, Stora Essingen, Aspudden, Västberga industriområde och Älvsjö.

Alternativ C innebär betydligt färre resande jämfört med övriga alternativ och ger minst avlastning av Slussen. Alternativet bedöms ha minst möjlighet att generera sociala värden och är inte lokaliserat till större stadsutvecklingsområden. Förutsättningarna att nå projektets mål och ändamål med avseende på resande, tillgänglighet, kapacitet, stadsutveckling och jämlikhet bedöms vara sämre än i övriga alternativ. Fördelarna sett till låg kostnad och mindre behov av geotekniska förstärkningar bedöms inte väga upp för de nackdelar som identifierats. Alternativet valdes bort med motiven ovan.

5.2.2.3 Korridoralternativ D

Korridoren innebär ett centralt läge i södra delen med en västlig båge i den norra delen av utredningsområdet för lokaliseringsutredningen. Korridoren innehåller stationsområdena Fridhemsplan, Marieberg/Lilla Essingen, Gröndal, Liljeholmen, Årstaberget, Årstafältet, Östberga och Älvsjö.

Alternativ D är det näst mest kostsamma och medför inga betydande fördelar jämfört med korridor A (Väst) sett till berg, geoteknik, hydrogeologi, miljö eller sociala värden. Vidare ger de två ytterligare stationerna inte en så betydande effekt på resandet att nyttan överväger den kostnad som stationerna medför. Alternativ D har sämre förutsättningar än både alternativ A och F att nå projektets ändamål och mål med avseende på resande, tillgänglighet och kapacitet och bedömdes därför inte vara värt att utreda vidare.

5.2.2.4 Korridoralternativ E

Korridoren innebär ett centralt läge i södra delen med en östlig båge i den norra delen av utredningsområdet för lokaliseringsutredningen. Korridoren innehåller stationsområdena Fridhemsplan, Zinkensdamm, Liljeholmen, Årstaberget, Årstafältet, Östberga och Älvsjö.

Alternativ E medför näst längst vattenpassage och medför sämre effekt på resandet jämfört med alternativ A (Väst) och F (Öst). Fördelarna som fås till följd av en station på Södermalm bedöms även vara möjliga att uppnå i alternativ A. Möjligheterna att nå projektets ändamål och mål bedöms vara snarlika de som ges av alternativ A men de är något sämre. Alternativet valdes därför bort och möjligheten att inkludera en station på Södermalm i alternativ A samt effekten av detta undersöktes i fortsatt arbete men valdes också bort. Att den möjligheten valdes bort berodde på att det gav få nya resenärer. En förklaring är att det redan finns bra bytesmöjligheter i Liljeholmen och att restiden blir längre med fler stationer.

5.2.2.5 Korridoralternativ F

Korridoren innebär ett östligt läge i den mellersta delen och ett centralt läge i den norra av utredningsområdet för lokaliseringsutredningen. Korridoren innehåller stationsområdena Fridhemsplan, Hornstull, Södermalm (i närheten av Södra station, Södersjukhuset och Zinkensdamm), Årsta, Årstafältet, Östberga och Älvsjö.

Korridor F (utredningsalternativ öst) valdes för vidare studier i den tidiga delen av lokaliseringsutredningen och bedömdes i många avseenden vara jämförbar med korridor A (utredningsalternativ väst). I slutet av lokaliseringsutredningen valdes den ändå bort eftersom den jämfört med det västra alternativet uppvisade nackdelar avseende restidsnytta, tillgängligheten till nya bostäder, stationsutformning och resursanvändning. Alternativet hade också en något sämre måluppfyllelse samt högre investeringskostnad än den västra korridoren. Med en längre korridor innebär det även att den tar mer resurser i anspråk och ger större klimatpåverkan.

5.2.3 Spårlinje

Efter lokaliseringsutredningen och val av korridor för spårlinjen startade nästa skede i utredningsarbetet. Spårlinjens placering har optimerats inom den korridor som valts utifrån olika aspekter. Spårlinjen har därmed justerats i plan och profil ett flertal gånger. Med ökade kunskaper om bergytans nivå och bergets kvalitet samt mer detaljerade studier, som gjort det möjligt att minska avståndet mellan ny anläggning och befintliga undermarksanläggningar samt i vissa fall även minska bergtäckningen ovan stationer, har spårlinjen justerats till ett yttligare läge. Även stationernas geografiska läge har i vissa fall justerats vilket också lett till justeringar av spårlinjen. Det yttligare läget av spårlinjen har minskat både anläggningskostnad och produktionstid genom minskat behov av vertikala schakt och transporter vilket även ger positiva effekter ur miljösynpunkt.

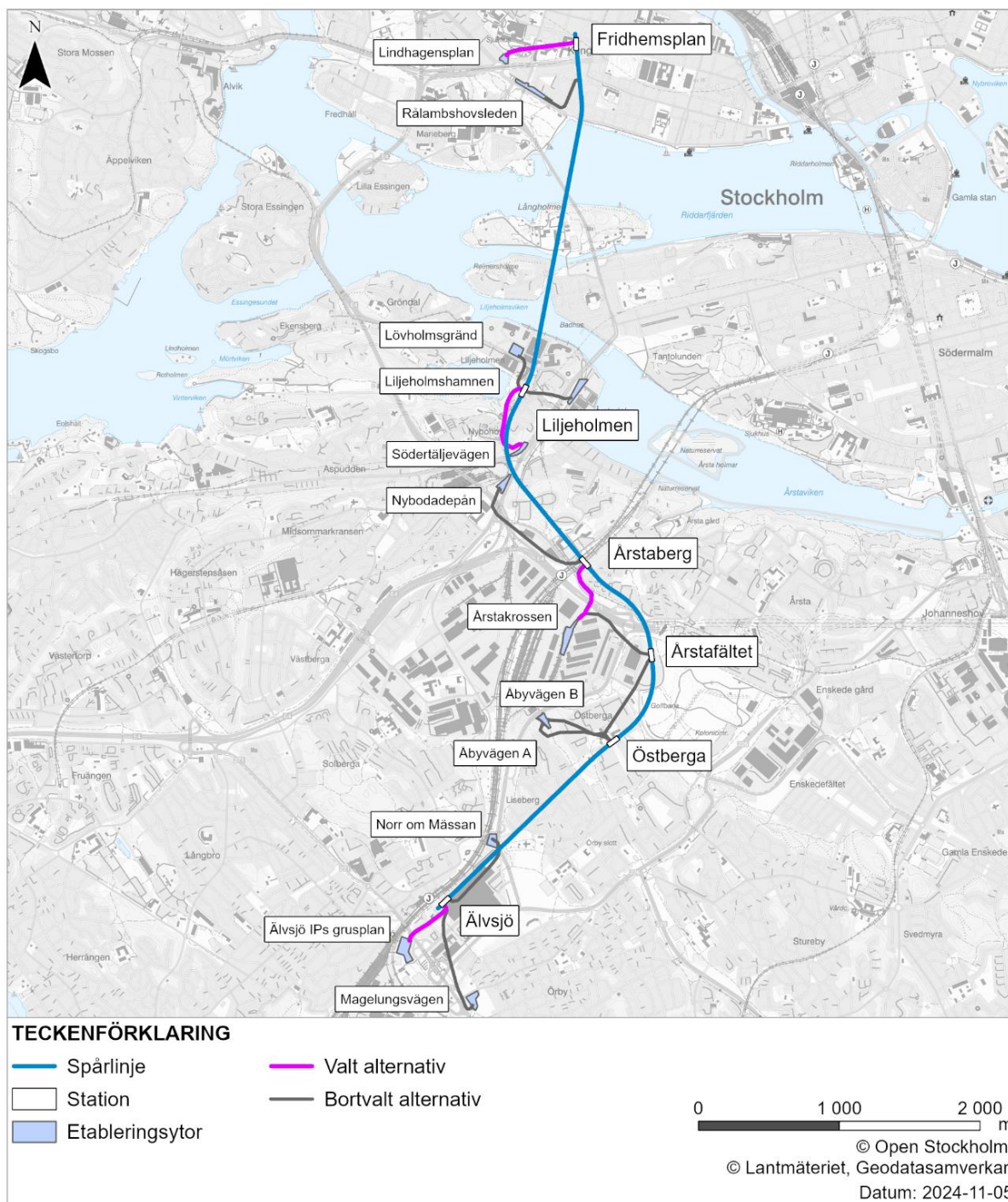
Ett djupare läge hade inneburit större inläckage på grund av grundvattentrycket med större påverkansområde som följd, vilket nu kunnat undvikas. Motivet är också att ett större djup för de vertikala schakten, där högkapacitetshissarna går, innebär längre restider med hissarna.

Spårlinjen har även justerats i sidled vid passagen under Riddarfjärden. Spårlinjen har justerats längre österut, för att placeras där en yttligare bergnivå förväntas. Ändringen möjliggjorde därmed en höjning av spårlinjen i profil med bibehållen bergtäckning och minskar sträckan i svaghetszoner.

5.2.4 Arbetstunnlar

Förutsättningar som varit styrande inför val av byggmetod, där arbetstunnlar ingår, har utgått från parametrarna kostnad och byggtid, omgivningspåverkan och grundvattenpåverkan. Se avsnitt 5.4.2 för beskrivning av valet mellan att bygga stationer genom arbetstunnlar eller sänkschaktsmetoden.

Under utredningsarbetet har alternativa lägen för arbetstunnlar studerats. Alternativa dragningar av arbetstunnlar som studerats men valts bort är Rålabshovsleden, Lövholsgränd, Liljeholmskajen, Nybodadepån, Åbyvägen A och B, Magelungsvägen samt arbetstunnel ”Norr om Stockholmsmässan”, se Figur 35.



Figur 35. Studerade alternativ till arbetstunnlar med tillhörande etableringsytor. Kartan visar valda och bortvalda alternativ.

För station Fridhemsplan har alternativet arbetstunnel vid Lindhagensplan sammantaget bedöms innebära mindre miljöpåverkan och kortare byggtid än alternativet vid Rålambshovsleden. Arbetstunneln vid Lindhagensplan är justerad i plan och profil för att minska påverkan på energibrunnar och minska stomljuspåverkan. Den nya dragningen innebär något lägre stomljusnivåer för närliggande sjukhus.

För station Liljeholmen har tre alternativa lokaliseringar av arbetstunnel med tillhörande etableringsyta studerats: Lövholsgränd, Liljeholmskajen och Södertäljevägen. Slutsatsen i en sammanvägd bedömning var att alternativ Södertäljevägen bör väljas som inriktning för det

fortsatta arbetet. Detta då kostnaden var lägst och alternativet innehöll betydligt färre risker avseende markåtkomst och projektberoenden.

För station Årstaberget har två alternativa lokaliseringar av arbetstunnlar med tillhörande etableringsytor studerats: Nybodadepån och Årstakrossen. Slutsatsen i en sammanvägd bedömning var att Årstakrossen bör väljas som inriktning för det fortsatta arbetet då kostnaden var lägst och alternativet innebar minst negativ påverkan.

Sänkschaktsmetoden har valts vid Årstafältet och Östberghöjden och motiven av valet redovisas i avsnitt 5.4.2.

För station Älvsjö har tre alternativa lokaliseringar av arbetstunnel studerats: Magelungsvägen, ”Norr om Stockholmsmässan” och Älvsjö IP:s grusplan. Slutsatsen i en sammanvägd bedömning var att alternativ Älvsjö IP:s grusplan innebar en betydligt längre kostnad eftersom arbetstunneln var väsentligt kortare och påverkan på naturmiljön var något lägre.

5.2.5 Depå

Utredning med lokalisering av depå inleddes med en kapacitetsutredning för att studera möjligheten att nyttja befintliga depåer. Slutsatsen var att befintliga depåer inte kan ta emot den nya linjens tåg. Det finns också tekniska problem med att samnyttja depå mellan olika tunnelbanelinjer med olika signalsystem och fordon. Mot den bakgrunden söktes därför en plats för ny depå i anslutning till den nya tunnelbanelinjen. Fördelen med att ha en egen depå och som är placerad nära den nya tunnelbanelinjen är att man kan undvika störningar på andra tunnelbanelinjer vid trafiksättning samt att mängden tomtransporter kan minskas. Med tomtransporter menas då tågen transporteras och inte är i drift med resenärer ombord. Fördelen med att ha en egen depå som är placerad nära den nya tunnelbanelinjen är att störningar på andra tunnelbanelinjer kan undvikas vid trafiksättning samt att mängden tomtransporter kan minskas. Med tomtransporter menas att tågen transporteras och inte är i drift med resenärer ombord.

Med hänsyn till bland annat verksamhetens karaktär och utrymmesbehov bedömdes en lokalisering av depån som möjlig vid antingen Västberga eller Älvsjö. Inom dessa områden, som benämndes delutredningsområden, värderades flertalet lokaliseringsalternativ, se Figur 36. Lokaliseringsalternativen i Västberga var spridda utifrån läge och utformning medan lokaliseringsalternativen i Älvsjö var övervägande inom Älvsjö industriområde med varierande utformning gällande vändspårsalternativen och viss skillnad avseende markanspråk.



Figur 36. Utredningsområde för depå med bortvalda depåalternativ samt valt alternativ för vidare utredning under lokaliseringstudien för depå.

Inom de valda delutredningsområdena togs flera tidiga alternativ fram och analyserades översiktligt utifrån olika kriterier. Efter en första analys av för- och nackdelar valdes flertalet alternativ bort på grund av att funktionerna med en depå inte kunde uppnås, på grund av utrymmebrist samt komplicerad genomförbarhet. Norr om industriområdet och öster om Mässområdet i Älvsjö bedömdes de geologiska förutsättningarna vara dåliga, vilket bland annat skulle medföra alltför höga kostnader. I det fortsatta arbetet med lokaliseringstudien studerades fyra alternativ vidare.

De återstående alternativen, som markeras med grön prick i Figur 36, låg inom bebyggda verksamhetsområden vid Västberga respektive Älvsjö. Gemensamt för alternativen var att de hade god måluppfyllelse inom de flesta aspekter samt kostnad i samma storleksordning. Alternativet i Västberga hade både för- och nackdelar ur miljö- och teknisk synpunkt, men kom också i direkt konflikt med planerna på utveckling av området. Alternativet var inte förenligt med att bibehålla

Liljeholmsbanan och var i konflikt med planer på framtida godshantering vid Västberga bangård. Alternativet innebar också att en tillståndsgiven verksamhet skulle behöva avvecklas. Därtill försvårades Stockholm stads planer på att utveckla området och minska barriärer av detta alternativ.

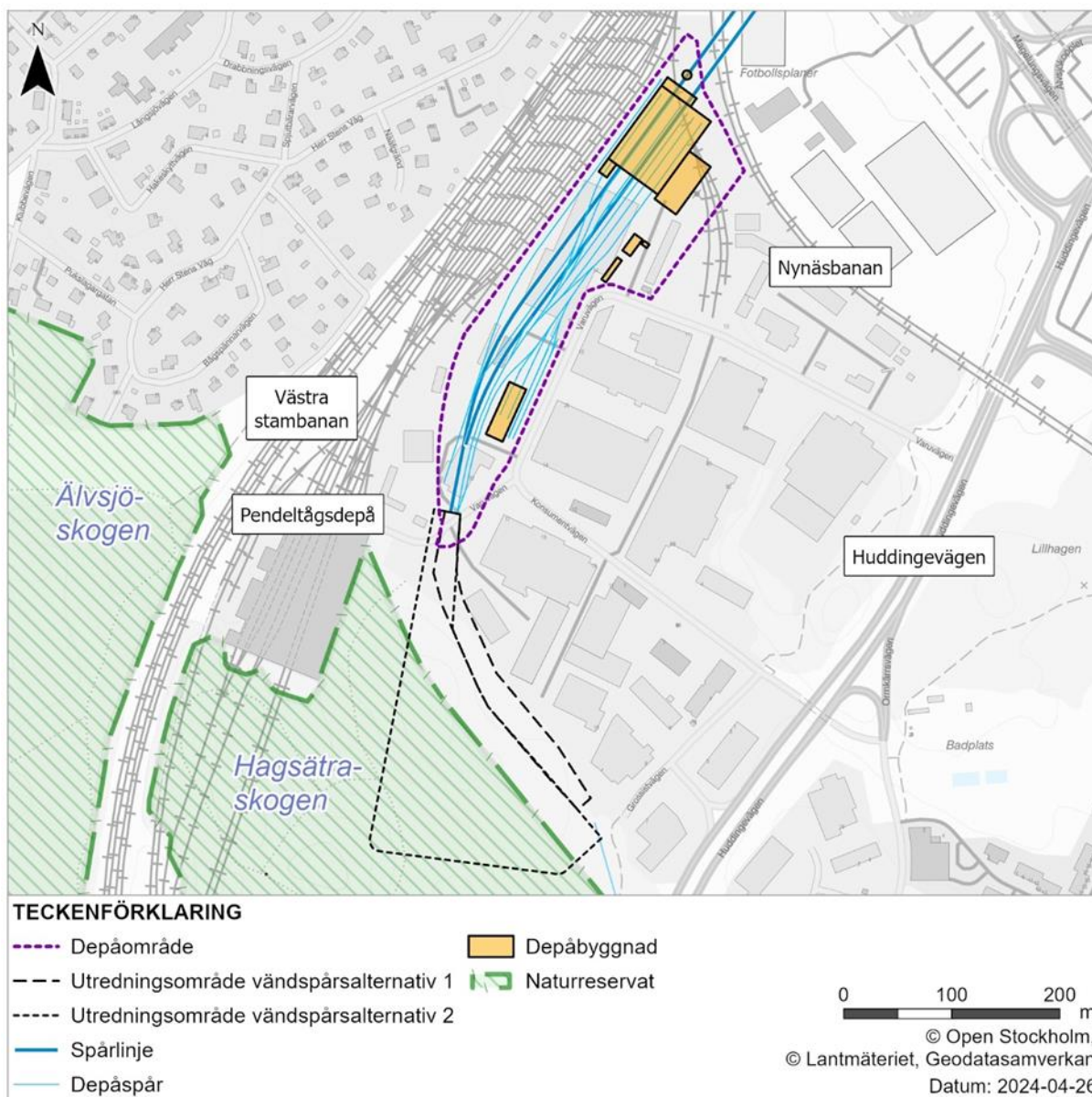
Inom delutredningsområde Älvsjö fanns möjlighet till flera olika lokaliseringar och potential att optimera den slutliga utformningen för att minimera påverkan på omgivande intressen. Lokaliseringsutredningen visade att det fanns möjlighet att bygga en kompakt anläggning med verksamhet både under och över mark, vilket minimerade intrånget i marknivå. Multikriterieanalysen visade också att ett av alternativen i Älvsjö gav bäst måluppfyllelse. Tillika bedömdes alternativen i Älvsjö kunna kombineras med övriga planer i området.

Sammantaget bedömdes delutredningsområde Älvsjö som den mest fördelaktiga lokaliseringen att studera vidare, och att läget intill uppställningsspår för pendeltåg och befintlig pendeltågsdepå söder om Nynäsbanan hade de bästa förutsättningarna för en depå. Lokalisering av depån i Älvsjö innebar flest fördelar utifrån miljö- och tekniska aspekter förutom översvämningsrisk som dock bedömts som hanterbar i den fortsatta utformningen och optimeringen av anläggningen.

5.2.6 Vändspår

För att kunna ansluta den nya tunnelbanedepån till den nya linjen behövs anslutningsspår under mark mellan station Älvsjö och depåområdet över mark. Den del av anslutningsspåren söder om depån som ligger i tunnel under mark har även en funktion som vändspår, det vill säga tunnelbanetågen vänder här körriktning för att kunna nå depåområdet över mark.

Olika vändspårsalternativ har utretts utifrån påverkan av bland annat buller, dagvatten- och skyfallshantering, grundvatten, rekreation, forn- och kulturhistoriska lämningar, stadsbild, tekniska förutsättningar samt naturmiljö inom Hagsätraskogens naturreservat. Totalt har fyra alternativ utretts inom två utredningsområden, se Figur 37. Två av alternativen var lokaliserade i skogsområdet utanför Hagsätraskogens naturreservat. Det ena alternativet utgjordes av ett öppet schakt och det andra skulle anläggas genom så kallad "cut and cover" vilket innebär att en tunnel av betong anläggs i det öppna schaktet för att sedan fyllas igen ovanpå. Det tredje alternativet utgjordes av en betongtunnel (som anläggs genom cut and cover) som sedan övergår i en bergtunnel. Största delen av detta alternativ är lokaliserat utanför Hagsätraskogens naturreservat, förutom en del av bergtunneln som gör ett mindre intrång in under naturreservatet. Detta alternativ bedömdes sammantaget som det mest fördelaktiga alternativet bland annat på grund av möjligheten att minska intrång och påverkan på naturreservatets syften, påverkan på naturområden och grundvattenmagasin, bättre förutsättningar för hantering vid kraftigt skyfall, liten påverkan på stadsbild och rekreation samt att det inte försvårar möjligheterna för framtida utveckling inom Älvsjö industriområde. Det valda alternativet därefter optimerats genom att bergtunneln har blivit kortare. Ytterligare ett vändspårsalternativ har utretts som bestod av ett rakt vändspår i bergtunnel under naturreservatet, valdes bort i tidigt skede då det konstaterades att det saknades tillräcklig bergtäckning för att möjliggöra en bergtunnel utan att vara för kostsam eller påverka Hagsätraskogens naturreservat.



Figur 37. Illustration över utredningsområden för vändspår.

5.3 Utformningsalternativ

5.3.1 Spårtunnlar

Tunnelbaneprojekten enligt 2013 års Stockholmsförhandling som nu är under byggnation har en långsgående servicetunnel på i stort sett hela sträckorna. Erfarenheter från dessa projekt är att den utformningen är kostnadsdrivande och att större tunnelvolymmer ofta innebär större påverkan på grundvattnet. För att söka en mer kostnadseffektiv lösning med mindre risker för omgivningspåverkan inriktades arbetet på att hitta en lösning med två enkelspårstunnlar och utrymning med hjälp av tvärtunnlar till angränsande tunnel. Den lösning som valts, två enkelspårstunnlar som borraras med TBM, utgör underlag för ansökan, se även avsnitt 4.2 om byggmetoder.

Avståndet mellan spårtunnlarna varierar längs sträckan. Huvudsakliga anledningar till detta är att spåravståndet behöver anpassas till plattformsbredden vid stationerna, behov av minsta längd på tvärtunnlar samt ett utökat spåravstånd vid vattenpassagera.

5.3.2 Stationer

Efter att ett område eller en lokalisering för en station valts med utgångspunkt framför allt i funktion så som tillgänglighet till olika målpunkter har fortsatt arbete med utformning inriktats på faktorer som ett effektivt markutnyttjande och kostnadseffektivitet. Även här användes erfarenheter från Region Stockholms pågående tunnelbaneprojekt som visat att rulltrappsschakt blir både kostsamma och komplicerade att bygga och innefattar även arbetsmiljörisker. Den ursprungliga planen, att bygga 145 meter långa plattformar med sneda rulltrappsschakt i vardera änden, ersattes därför med en utformning innebärande kortare plattformar och ett vertikalt hissachakt där så är möjligt.

Detta ger en kompakt stationslösning med optimerade ytor genom att bland annat använda vertikalschaktet för att spara yta och minska stationens volym. Ett rationellt byggande med repetitionseffekter har också varit avgörande, liksom att uppnå stationslösningar med hög igenkänningsfaktor och god orientering.

I utformningen av respektive station har spårlinjen med dess krav på radier inneburit en begränsning i möjliga alternativa placeringar av stationsuppgångar. Därav är den geografiska skillnaden mellan olika studerade och bortvalda lösningar liten. Störst avstånd mellan alternativen och flest utformningsalternativ för stationslägen har studerats vid Östberga. Här har befintlig och planerad bebyggelse samt omgivningspåverkan under byggtiden blivit styrande för utformning av stationen.

Motiv till bortval av alternativa utformningar vid samtliga stationslägen består främst av kostsamma och mer komplexa lösningar, påverkan på naturmiljö och rekreativvärden, omgivningspåverkan, trafikering, befintliga anläggningar, byggbarhet eller lokalisering som ger sämre flexibilitet för framtida stadsutveckling samt svårigheter att upprätthålla eftersträvarvärda hastigheter. Grundvattenförhållanden är sådana att de inte varit avgörande för lokalisering av stationer eller andra uppstickande anläggningsdelar så som brand- och luftutbytesschakt. Dock har de stationsutformningar som kräver större schakt och medger mindre flexibilitet för spårlinjen successivt valts bort.

5.3.2.1 Mellanplanslösning

Valet att utforma stationerna med en så kallad mellanplanslösning skapar förutsättningar att genomföra projektet så kostnads- och resurseffektivt som möjligt tack vare dess flexibilitet. Mellanplanslösningen skapar möjlighet att placera stationsentréer sidoförskjutet mot spårlinjen, vilket i sin tur innebär en flexibilitet för placering av spårlinjen i förhållande till den stadsmiljö som stationsentrén ansluter till. Spårlinjen kan därför dras där plattformsrums och tunnlar bäst placeras medan biljetthallens läge anpassas till stadsmiljön.

5.3.2.2 Utrymme för resenärer

Tillräckligt utrymme för resenärer att både förflytta sig och vänta på tåg på plattformen är den primärt styrande faktorn för utformning av de publika delarna av stationerna. Även vertikal kommunikation, det vill säga trappor, rulltrappor och hissar, som säkerställer transporten mellan plattform och mellanplanet kräver utrymme. Uppgångarnas dimensioner styrs av antalet resenärer och även av den maximala tiden som en utrymning får ta. Den nya linjens stationer som har kortare plattformar dimensioneras avseende utrymning för ett fullastat fordon i varje riktning istället för två som gäller vid stationer med fullängdståg. Det gör att det är hälften så många resenärer som ska utrymmas.

Plattformsrums och hissar dimensioneras förutom för utrymning även för att resenären ska uppleva resan som attraktiv. Baserat på resenärsprognoser har simuleringar gjorts för att anpassa anläggningen. Vid högtrafik kommer det att bli många resenärer som vill åka men trängsel och väntetider ska ändå inte bli för omfattande.

5.3.2.3 Högkapacitetshissar

Valet av hissar med hög kapacitet syftar till effektiva och säkra transporter till och från plattformarna. Det främsta motivet till att bygga med hissar istället för rulltrappor är att det är komplicerat och kostnadsdrivande att bygga långa sneda rulltrappsschakt. Detta blir viktigare om plattformarna ligger djupare ner i förhållande till markytan. Stationernas plattformar längs tunnelbanelinjen ligger mellan 37 till 60 meter under markytan och biljetthall.

Med hissar i stället för rulltrappor blir restiden mellan biljetthall och mellanplan kortare för resenärerna. Hissarnas storlek, hastighet och antal är dimensionerade för att res- och väntetider ska vara korta.

Alternativ med vertikal kommunikation via rulltrappor i stället för hissar är bortvalda för samtliga stationer utom Fridhemsplan. Att den utformningen inte valts för Fridhemsplans station beror på att befintliga anläggningar begränsar den möjligheten. Stationslösningar där hissarna inte går upp till marknivå har valts bort eftersom de inte uppfyller krav på effektiva resandeflöden och utrymning.

5.3.2.4 Biljetthall

Biljetthallar ovan mark i stället för under mark har eftersträvats eftersom det är bättre ur brandsäkerhets-, trygghets- och tillgänglighetshänseende samt positivt ur arbetsmiljösynpunkt för dem som jobbar på stationen under drifttiden.

5.3.3 Depå

Flera olika utformningsalternativ har studerats för depån i Älvsjö. Flera av de funktioner som finns i en depå placeras ovan mark med hänsyn till arbetsmiljöskäl för personal som arbetar i depån under drifttiden. Undantag kan göras för uppställning av tåg under mark samt städning av tågen nattetid. Förutsättningarna för en depå har förändrats under utredningsarbetet, exempelvis har antalet fordon som bedömts behövas till den nya tunnelbanelinjen reviderats från tio till sju tåg. Dessutom förutsätts två tåg ställas upp norr om Fridhemsplans station. Detta har medfört att huvuddelen av de funktioner som behövs för en depå kan placeras ovan mark, exempelvis en placering av uppställningshallen ovan mark, så att behovet av bergguttar kunnat minskas.

Utformning av depån i Älvsjö har gjorts utifrån möjlig samlokalisering med starten av TBM. Även bibehållandet av Varuvägens ursprungliga läge har varit avgörande i utformningen där olika alternativ utretts. För att klara detta har lutningen på spåren ökat, vändspåret höjts och logistikrörelser inom depån justerats.

Placering av depåbyggnaden har även anpassats med hänsyn till Trafikverkets stickspår i norra delen av området.

5.4 Byggmetoder

5.4.1 Spårtunnlar

Två olika byggmetoder för anläggandet av spårtunnlar har studerats, borrhning och sprängning respektive TBM-drivning. Det finns för- och nackdelar med båda metoderna. Projektets val att rikta in sig på TBM-drivning av spårtunnlarna beror på flera faktorer där en väsentlig faktor har varit att inläckage av grundvatten under drifttiden blir mindre på grund av tätare spårtunnlar. Grundvattensänkningen under byggtiden förväntas bli märkbar men kortvarig, där tid är en avgörande faktor för att sättningsskador hinner utvecklas. Mindre mängd vatten under byggtiden behöver hanteras i Henriksdals reningsverk eftersom vattnet från TBM-drivningen kan släppas till dagvattennätet efter lokal rening då det inte innehåller kväve.

Risken för omgivningspåverkan i form av skador på bebyggelse till följd av vibrationer är mycket låg för TBM-drivning. Även risken för påverkan på omkringliggande anläggningar såsom tunnlar är liten. TBM innebär att vissa störningar, exempelvis stomljud, blir mer intensiva om än mer kortvariga, jämfört med borra-sprängmetoden. Underhållsbehoven av spårtunnlar är små på grund av den i princip täta betonginklädningen.

TBM-drivning ger ett förutsägbart genomförande och produktionsrisker vid passage av exempelvis Mälaren minskar. Behovet av injektering är litet för TBM eftersom spårtunnlarna som utgångspunkt anläggs med en betonginklädning. Valet av TBM som byggmetod för spårtunneldrivning innebär större klimatpåverkan jämfört med konventionell borrning och sprängning på grund av betonginklädningen.

5.4.2 Stationer

Olika alternativ för byggande av stationerna har studerats, med arbetstunnel eller sänkschaktsmetoden, se även avsnitt 5.2.4. Båda alternativen innebär borrning och sprängning. Vid en byggnation med arbetstunnel krävs etableringsytor både vid arbetstunnelns mynning och vid stationsläget medan det vid ett sänkschakt enbart krävs en yta vid stationsläget. Det är de platsspecifika förhållandena som fått styra val av byggmetod för stationerna.

Stationerna Fridhemsplan, Liljeholmen, Årstaberget och Älvsjö planeras att byggas med hjälp av arbetstunnlar medan Årstafältet och Östberget byggs med sänkschaktsmetoden. För station Fridhemsplan har inte byggmetod med sänkschakt varit aktuellt eftersom platsen, med befintlig station och annan befintlig bebyggelse, gör att det inte finns erforderlig plats på markytan. Arbetstunneln till stationen kommer även att bli en permanent servicetunnel. Inte heller för station Älvsjö har sänkschakt varit ett alternativ utan stationen planeras att byggas med arbetstunnel. Detta beror på att ytan vid stationsläget är för liten för att kunna byggas effektivt med sänkschaktsmetoden. Arbetstunneln för Liljeholmen kommer även nyttjas som permanent servicetunnel efter byggtiden. Vid Liljeholmen har valet av permanent servicetunnel öppnat upp för vidare optimeringsarbete där även stationens utformning kunnat förbättras. Det omfattar exempelvis trapphus för utrymning samt ventilation.

Sänkschaktsmetoden har valts vid Årstafältet och Östberget för att det har visat sig vara ekonomiskt fördelaktigt och innebära en mindre omfattande grundvattenbortledning då arbetstunnel inte behövs när stationen byggs med sänkschakt. Arbetstunnel har valts vid övriga platser då platsspecifika förhållanden inneburit lägre kostnader, kortare byggtid och mindre omgivningspåverkan. För station Älvsjö krävdes val av arbetstunnel även för att hinna driva ut berget innan TBM kommer dit. Vid Östberget och Årstafältet var byggtiden inte ett hinder vilket öppnade upp för sänkschaktsmetoden.

Den totala byggtiden är ungefär densamma för sänkschaktsmetoden och arbetstunnel men med metoden arbetstunnel kommer störande arbetsmoment ske under kortare tid vid just stationsläget än där metoden sänkschakt används. Det beror på att uppehåll kan ske mellan störande arbetsmoment.

Nedan summeras omgivningspåverkan kopplat till alternativa byggmetoder för stationer:

- *Buller och transporter*

Vid sänkschaktsmetoden genereras mer buller från transporter då fler, mindre lastbilar måste användas närmast sänkschaktet för att få ut massor. Vid metoden arbetstunnel kommer de flesta transporter ske från arbetstunneln. Så fort det går att lasta bergmassor inne i arbetstunneln minskar också luftburet buller lokalt vid arbetstunneln. Arbetstunnelnars lokalisering innebär också att transporterna snabbt kommer ut på stora vägar vilket kan minimera byggstörningar lokalt. Vid metoden sänkschakt kommer de mest bullrande arbetena (bergborringsarbeten,

sprängning samt lyft och transport av bergmassor) vid stationsområdet att ske under längre tid på samma plats. Vid metoden arbetstunnel kommer de mest bullrande arbetena (bergborrningsarbeten och sprängning från produktion av arbetstunneln) att förflyttas i takt med att arbetstunneln sprängs ut.

- *Grundvattenpåverkan*

Byggande med arbetstunnel medför ett något större inläckage av grundvatten för anläggningen jämfört med att bygga stationer med sänkschaktsmetoden. Arbeta med att optimera anläggningen har genomförts vilket bland annat har resulterat i att kortare stationer kommer byggas jämfört med befintliga stationer, vilket medför ett minskat inläckage.

- *Kostnad och byggtid*

En kostnadsmässig fördel för metoden sänkschakt är att det inte sprängs ut mer berg än vad stationen kräver, till skillnad mot de arbetstunnlar som sprängs ut men bara används under byggtiden. Begränsningar uppkommer för sänkschakt i produktionstakt när alla bergmassor ska transporteras ut och logistiken för arbeten i stationen och schaktet behöver ske vertikalt. Beroende på storlek på schaktet, arbetstunnelns längd, mängden bergmassor som ska transporteras ut så ser jämförelsen i kostnad och tid olika ut för de olika stationerna.

Ytorna vid stationsläget behöver också användas olika länge beroende på produktionsmetod. Vid metoden sänkschakt bedöms produktionen vid stationsläget pågå under större delen av byggtiden, med olika aktiviteter under olika tidpunkter. Vid byggande av station med arbetstunnel bedöms produktionstiden vid stationsläget vara mellan 4,5 och sex år beroende på station, med olika aktiviteter under olika tidpunkter.

6 Konsekvenser av grundvattenbortledningen

6.1 Generella konsekvenser av grundvattenbortledning

Generella konsekvenser av grundvattenbortledning

- Om grundvattenytan 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.
- Sänkta grundvattennivåer i berg eller jord kan som effekt i enskilda brunnar ge minskad uttagskapacitet.
- Förändringar av vattnets strömningsbild kan göra så att markföroreningar flyttar på sig eller naturmiljöer förändras.
- En viktig del av utredningsarbetet har varit att identifiera var negativa konsekvenser kan ske, samt att föreslå skyddsåtgärder för att förhindra dessa.

I detta avsnitt beskrivs allmänt vad som kan inträffa vid grundvattensänkning. Arbetet med analyser och skyddsåtgärder syftar till att minimera eller helt ta bort dessa konsekvenser.

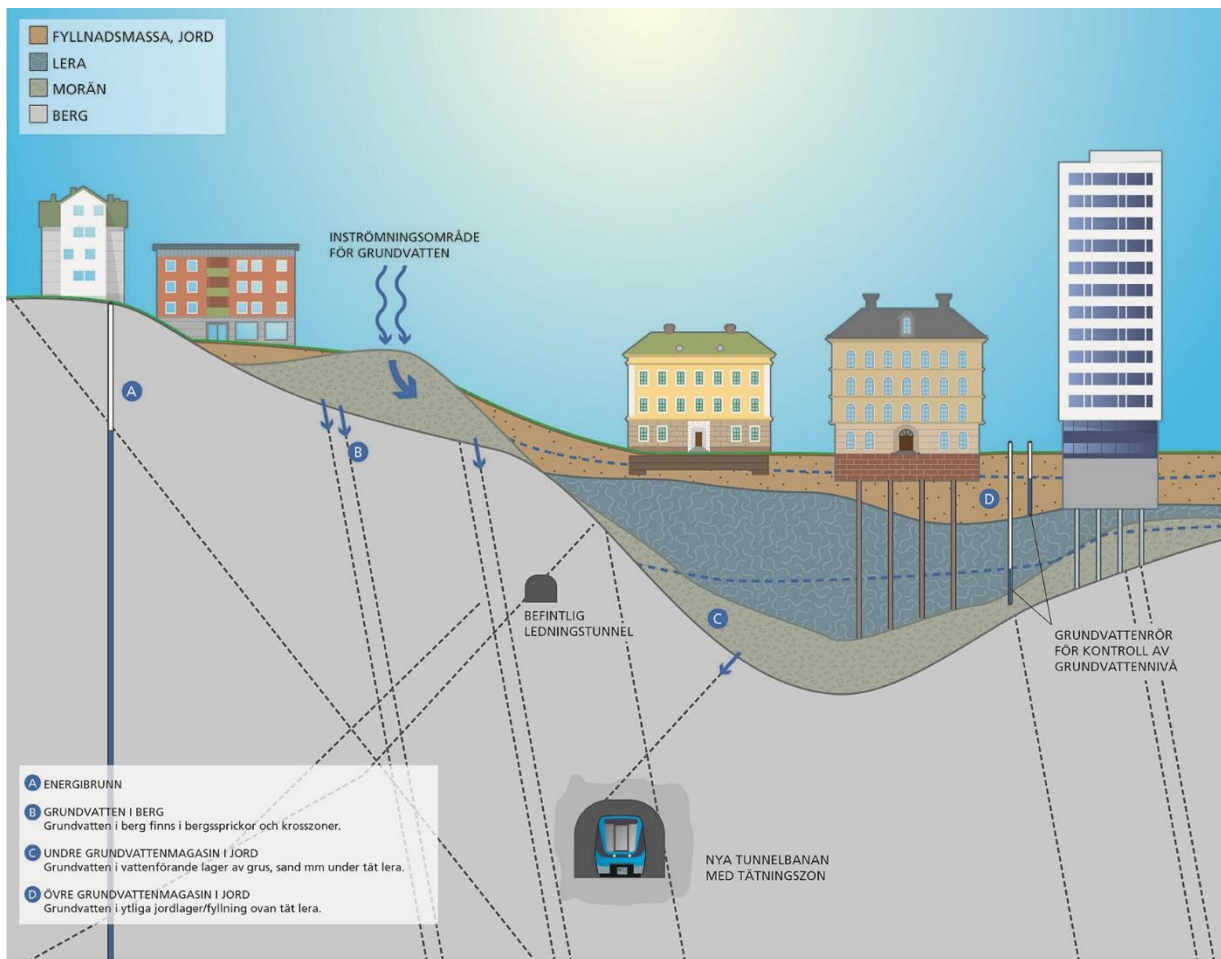
Grundvatten förekommer dels i sprickor och spricksystem i berggrunden, dels i lösa jordlager. Hur mycket vatten som finns i berget är beroende av sprickornas storlek och systemets omfattning. Grundvatten förekommer i alla typer av jord, men det är sorterade jordar som kan magasinera och också släppa 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 för ett öppet magasin saknas 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 ner i berg bildas i jordlagren. Grundvattenbortledningen vid en tunnel är väldigt liten jämfört med den totala

grundvattenbildningen men kan ändå påverka trycknivåer i friktionsjord som underlagrar lerområden, se Figur 38.



Figur 38. 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, och av mängden 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 grundvattentrycket och således inläckaget jämfört med ett ytligare alternativ. Därmed ökar både påverkansområdet och grundvattennivåsänkningen med djupet.

6.1.1 Sättningar i mark

Risk för sättningar finns främst inom sättningkänsliga lerområden inom påverkansområdet, men det är byggnadens grundläggning som avgör om en byggnad kan påverkas eller inte. Inläckaget i tunneln sänker grundvattennivån i bergets sprickor, som 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 portrycket i leran. Detta kan i sin tur leda till sättningar men inte alltid. Tidigare grundvattenavsänkningar kan påverka lerans beteende. När leran en gång har genomgått en sättning på grund av avsänkning, kan dess struktur förändras permanent. Detta kan göra att leran blir mindre benägen att sätta sig vid framtida grundvattenavsänkningar, eftersom den nya strukturen har anpassat sig till den lägre vattennivån.

6.1.2 Skador på byggnader och anläggningar

Vid sättningar kan exempelvis sprickor uppstå i byggnaders fasader och i värsta 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 ledningar som har grundläggning som kan vara känslig för grundvattenpåverkan.

Generellt gäller att förändringar i grundvattennivåer i övre grundvattenmagasin medför att byggnader, som grundlagts på träpålar, rustbäddar eller innehåller andra byggdelar kommer i kontakt med syre och utsätts för en ökad nedbrytning av trämaterialen. Skador i form av sprickor kan då uppstå i byggnaders fasader, och i värre fall kan skador i bärande konstruktioner uppstå. Detta gäller även för kulturhistoriskt värdefulla byggnader grundlagda på detta sätt.

Ledningar för el- och tele/bredband bedöms inte vara känsliga för mindre sättningsrörelser.

Styva ledningar omfattar främst VA, fjärrvärme och fjärrkyla samt gas. De större ledningarna i stomnätet för VA, fjärrvärme och fjärrkyla är så tunga i sig att sättningar sannolikt redan skett för äldre ledningar. Men ledningarnas sättningkänslighet kan inte helt uteslutas. Vidare bedöms främst distributionsledningar av mindre diameter och servisledningar vara känsliga för marksättningar. VA-ledningar som bygger på självfallsprincipen är särskilt känsliga för sättningar som ändrar ledningarnas lutning.

6.1.3 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 närliggande verksamheter och avloppsanläggningar. Sänkta grundvattennivåer i berg eller jord kan som effekt i enskilda brunnar ge minskad uttagskapacitet.

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

Värmeöverföringen i en energibrunn mellan omgivande berggrund och kollektorslangar sker genom vattnet i brunnen. Kollektorslangarna är anpassade efter bostadens behov och brunnens djup. Konsekvensen vid en mindre grundvattensänkning är att det minskar kontakten mellan kollektorslangen och vattnet, vilket medför att värmepumpsanläggningen får en större elförbrukning för att uppnå samma effekt.

6.1.4 Spridning av föroreningar

Grundvattenbortledning från tunnlar kan medföra att föroreningar sprids med grundvattnet. Dels kan redan förorenat grundvatten spridas till andra 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. Spridningsförutsättningarna av föroreningar bedöms kunna ändras under byggtiden om hårdgjorda ytor, lerlager och berg tas bort, vilket medför nya spridningsvägar. Konsekvensen beror av föroreningens typ och omfattning.

6.1.5 Natur-, kulturobjekt och fornlämningar

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

Om vattenförhållandena förändras så att mängden 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 vilket i sin tur kan påverka eventuella naturvärden negativt om de är knutna till den fuktiga miljön. Exempelvis kan en sumpskog som har 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 om marken blir torrare, då gran får det lättare att växa till sig vilket konkurrerar ut lövträden. I öppna våtmarker och små vattensamlingar kan den negativa påverkan bli stor vid en grundvattennivåsänkning om det medför att vattentillförseln till dessa miljöer minskar.

Friska marker bedöms vara betydligt mindre känsliga för grundvattensänkningar. På friskare skogsmark kan rötter ibland nå ner till grundvattenytan och det bedöms därför finnas en liten känslighet mot grundvattensänkningar. 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.

Värdefulla kulturbyggnader kan påverkas av sättningar om de har grundvattenberoende grundläggning. En sänkt grundvattenyta i det övre grundvattenmagasinet kan också medföra att fornlämningar med organiskt material kan utsättas för en ökad nedbrytning då det syresätts.

6.2 Skadeförebyggande åtgärder

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

6.2.1 Tätning

Åtgärder för tätning av schakt i jord under byggtiden ska utgå ifrån konventionella byggmetoder. Utgångspunkten är att tillfälliga stödkonstruktioner under grundvattenytan som behövs under byggtiden ska vara tätade mot inläckage av vatten. Även permanenta stödkonstruktioner ska vara täta, exempelvis sekantpålekonstruktioner vid Liljeholmen och Årstafältet. 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.

Tunneldrivning med TBM sker i huvudsak utan förinjektering, förutom i särskilt känsliga områden där berget samtidigt innehåller mycket kraftigt vattenförande zoner.

Tätning med betonginklädning etableras som utgångspunkt löpande under drivningen. Det behöver också tillskapas så kallad strömningsavskärande fyllning (barriärer) mellan betonginklädningen och berget, eftersom det annars inte sluter tätt. Sådan fyllning etableras med jämna mellanrum.

Tätning av bergtunnlar och stationer som tillskapas med borra-spräng ska i första hand 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 tätningemedel behöva användas. Region Stockholm har en rutin för val och hantering av kemiska injekteringsmedel som baseras på Trafikverkets riktlinjer för kemiska produkter.

Region Stockholm kommer att säkerställa att injekteringen styrs så att den uppnår uppsatta mål eller krav för täthet.

6.2.2 Skyddsinfiltration

För att undvika skadliga grundvattennivåsänkningar längs tunnelinjen kan infiltration utföras vid känsliga objekt (grundvattenberoende objekt inom påverkansområdet). Infiltration kan nyttjas som åtgärd dels under byggtiden, dels under drifttiden.

Skyddsinfiltration används för att upprätthålla grundvattennivåerna i områden med byggnader eller konstruktioner med grundvattenberoende grundläggning (det vill säga grundläggning helt eller delvis på lera samt grundläggning på träpålar) eller i särskilt sättningskänsliga områden. Infiltration sker till jordlagrens undre magasin för att återställa och upprätthålla naturliga grundvattennivåer vid en eventuell grundvattennivåsänkning. Skyddsinfiltration är en i Stockholmsområdet väl beprövad metod som kan användas för att hålla uppe nivåer lokalt kring enskilda byggnaders trägrundläggning, eller för att upprätthålla grundvattennivåer inom större områden för att undvika sättningar. För varje känsligt objekt kommer det att finnas en eller flera mätpunkter 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. Under byggtiden utförs infiltration huvudsakligen i jord om behov uppkommer i närområdet till planerade schakter. Infiltration kan även behöva ske utanför temporära stödkonstruktioner under byggtiden, för att om möjligt undvika grundvattennivåsänkningar från öppna schakt. Varifrån infiltrationsvattnet hämtas och vilka tekniska möjligheter som finns att leda vattnet dit man behöver det för infiltration under drifttiden kommer utredas i projektet närmare byggstart.

När väl tunnlar, uppgångar och schakt är anlagda blir dessa konstruktioner täta varför infiltration för dessa anläggningar kan avslutas eller minskas i omfattning.

6.2.3 Andra åtgärder

Det finns åtgärder som kan vidtas om tätning och infiltration 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 i stället för att inrätta en permanent infiltration. För att undvika permanent påverkan på större samhällsviktiga anläggningar kan åtgärder utredas i dialog med ägare till känsliga objekt, exempelvis grundförstärkning eller motsvarande. Åtgärder utreds utifrån lämplighet, nytta, kostnad och miljöpåverkan.

De brunnar längs tunnelbanans utbyggnad som kan påverkas av sänkta vattennivåer är i majoritet energibrunnar, se Figur 11 för typer av brunnar. Region Stockholm planerar att mäta grundvattennivån i brunnarna under byggtiden och att vid behov åtgärda eller ersätta eventuell permanent påverkan på brunnarna.

6.3 Påverkansområde och inläckage

6.3.1 Påverkansområde för grundvatten

Inläckande grundvatten medför en grundvattennivåsänkning kring anläggningsdelarna. Störst sänkning sker generellt närmast tunnlar och avsänkningen minskar med ökande avstånd. Påverkansområde är det område som kan påverkas till följd av vattenverksamheten så att en skada riskeras vid en grundvattennivåsänkning, förutsatt att det inte genomförs några åtgärder. En

grundvattenavsänkning kan ske utanför detta område men vara så liten att den inte resulterar i någon skada. De fastigheter som innehåller skadeobjekt som faller inom påverkansområdet kan bli sakägare avseende grundvattenbortledningen.

Flera faktorer har betydelse för påverkansområdets storlek, bland annat inläckage av grundvatten till tunnelanläggningen, närområdets vattenbalans, topografi, den vattenförande förmågan i berggrund och jordlager samt tunnelns läge i förhållande till grundvattenytan.

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, baserat på de enskilda områdenas vattenbalanser. I korthet har beräkningarna gett underlag till bedömning av:

- Inläckage till tunnlar och schakt
- Förväntad grundvattennivåsänkning i jord och berg

Det har resulterat i ett påverkansområde för utbyggnaden av tunnelbanan, se Figur 39.



Figur 39. Påverkansområde för grundvatten under byggtiden.

De största inläckagen under byggtiden uppstår med TBM innan tättningsarbetena slutförts. Detta är mest påtagligt vid passage av uppsprucket berg. En temporär påverkan uppstår innan betongsegmenten monterats och tätats mot urborrat berg. Den betonginklädnad som betongsegmenten tillsammans utgör, bedöms vara i princip tät omkring 200 meter bakom fronten på TBM när mellanrummet mellan bergvägg och tunnel på utsidan av betongsegmenten har injekterats efter utfyllnad. Oavsett byggmetod gäller att ju snabbare framdriften av tunnelarbetena sker, desto kortare blir påverkan under byggtiden.

Påverkansområdet under drifttiden blir betydligt mindre än det under byggtiden, då anläggningen tätats.

6.3.2 Inläckage

Under bygg- och drifttiden av tunnelbanan kommer grundvatten trots tätningsåtgärder, att läcka in i tunnlar och stationer. Utgångspunkten för tunnelbanans vattenhantering är att volymen läns hållningsvatten och dränvatten begränsas genom att tunnarna tätas. Tunnelns täthet beror på omgivningens förutsättningar, byggmetoder samt hur mycket och på vilket sätt tunneln tätats.

Inläckaget till tunnarna har beräknats analytisk (formelberäkningar) och numeriskt (grundvattenmodell). För att hantera osäkerheter och variationer i indata har stokastiska beräkningar genomförts.

Vid bedömning av inläckage till bergtunnlar har följande principer använts:

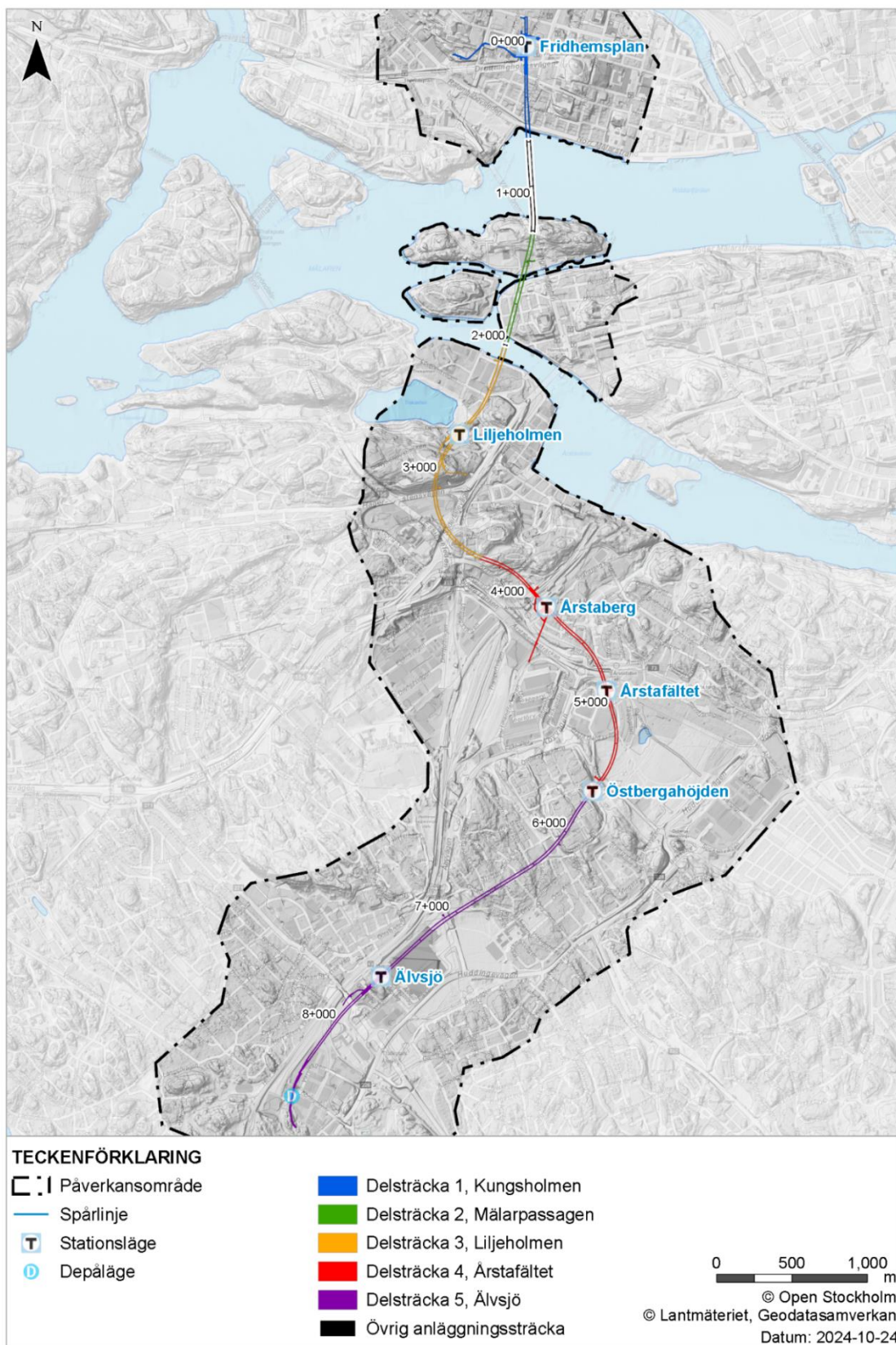
- Beräkningar har utförts med metoder och parametrar som tar hänsyn till heterogenitet i berggrundens hydrauliska konduktivitet och bedöms därmed ge robusta och verklighetsförankrade resultat.
- Berggrundens vattenförande förmåga har undersökts genom sammanställning av inläckage till befintliga tunnlar, samt analys av ett stort antal bergboreade brunnar.
- Grundvattenbildningen har i beräkningarna bestämts med metoder som överskattar grundvattentillgången i berg. Det beror på att grundvattenbildningen ökar om grundvattennivån sjunker, samt att grundvattentillgången kommer att öka vid utförande av infiltration.
- Beräkningarna har kompletterats med erfarenheter från inläckage i andra berganläggningar som byggts i likartad geologisk miljö med likartade byggmetoder.

Vid tunnelborrning (se avsnitt 4.2.1.1) sker tunneldrivningen mer kontrollerat än konventionell borrning och sprängning vilket skapar en jämn yta. Vid tunnelborrning anläggs spårtunnlarna som utgångspunkt med betongsegment vilket skapar en barriär och gör tunnarna i stort sett täta. Detta begränsar ett inläckage av grundvatten under drifttiden väsentligt. Ett mindre inläckage kan inte helt uteslutas genom någon av skarvarna mellan betongsegmenten. För bedömd påverkan under drifttiden har konservativt ett inläckage motsvarande 2 l/min/100 meter per tunnelsektion, ansatts i beräkningarna.

Påverkan på grundvattnet kommer att vara större under byggtiden än i drifttiden. Beräkningarna för inläckage för spårtunnlar under byggtiden är gjorda utan förinjektering. Framdriften för spårtunnlarna gör att påverkan från den otäta tunnelfronten sker under en begränsad tid och inte når sin maximala utbredning. För ett enskilt grundvattenmagasin i jord bedöms en påverkan av spårtunnlarnas framdrivning märkas under cirka två till tre månaders tid även beaktat en något långsammare framdrift. Beräknat inläckage under byggtiden är cirka 10-100 l/min per spårtunnelrör men där det initiala inläckaget kan vara större. Beräknat inläckage för spårtunnlar under byggtiden avser en tunnelsträcka på cirka 200 meter bakom tunnelfronten, med förutsättning att tunnelfronten är öppen och betonginklädnaden inte är tät.

Service- och arbetstunnlar, stationsutrymmen, brandgasschakt, luftutbytesschakt och tvärtunnlar mellan spårtunnlarna byggs med konventionell borra-spräng där berget förinjekteras. Se Teknisk beskrivning (Bilaga A till ansökan) för mer detaljer om byggmetoder för dessa anläggningsdelar. Tvärtunnlarna, stationer och service- och arbetstunnlar kommer trots förinjektering inte att vara helt täta och därmed sker inläckage även under drifttiden. Stationsuppgångar kommer att påverka grundvattnet både under bygg- och drifttid, men påverkan blir mindre under drifttiden eftersom täta betongkonstruktioner anläggs vid uppgångarna inför drifttiden. I PM Hydrogeologi (Bilaga C till ansökan) redovisas detaljerade resultat för inläckage till stationsutrymmen, arbetstunnlar, tvärtunnlar och övriga schakt så som luftutbytesschakt och brandgasschakt. I Figur 40 visas de delområden som inläckage redogörs för. Delsträckorna har avgränsats i huvudsak utifrån hydrogeologiska ränder, såsom förekomst av ytvatten eller vattendelare, men också

anläggningstekniska förutsättningar, såsom förekomst av krön, lågpunkt, tvärtunnel och gräns mellan borra-spräng och TBM där mätningar av inläckage är möjliga.



Figur 40. Översiktskarta över anläggningen uppdelad till olika delsträckor med avseende på inläckage.

I Tabell 8 nedan redovisas det totala beräknade inläckaget per delsträcka under bygg- respektive drifttid. I tabellen framgår vilka anläggningsdelar som ingår i beräkningen.

Det totala beräknade inläckaget till den permanenta anläggningen uppgår till cirka 1050 l/min. Storleken på inläckaget innebär en osäkerhet då värdena är framtagna genom modelleringar, beräkningar samt statistiska analyser.

För mer detaljer se Bilaga C, *PM Hydrogeologi*, och Bilaga C2, *Hydrogeologiska beräkningar* och Bilaga C9, *Grundvattenmodellering*.

Tabell 8. Sammanlagda inläckagevärden till anläggningen under bygg- och drifttid. Inläckage för anläggningsdelar byggda genom borra-spräng förkortas B&S och spårtunnlar anlagda med tunnelborrmaskin förkortas TBM.

DELSTRÄCKA	LÄNGD (M) *	INLÄCKAGE BYGGTID (L/MIN) **	INLÄCKAGE DRIFTTID (L/MIN) ***	KOMMENTAR
Kungsholmen	820 (ca 1520)	B&S 190 TBM 220	210	B&S under byggtid består av station Fridhemsplan, ventilationsschakt Fleminggatan och Fridhemsgatan och arbetstunnel Lindhagensplan
Mälarpassagen	760 (ca 820)	- TBM 240	45	
Liljeholmen	1660 (ca 2290)	B&S 110 TBM 290	200	B&S under byggtid består av station Liljeholmen och arbetstunnel Södertäljevägen
Årstafältet	2010 (ca 2870)	B&S 320 TBM 250	370	B&S under byggtid består av stationerna Årstaberg, Årstafältet och Östbergahöjden, brandgasschakt Årsta skolgränd och arbetstunnel vid Årstakrossen
Älvsjö	3060 (ca 3600)	B&S 110 TBM 315	225	B&S under byggtid består av station Älvsjö, arbetstunnel Älvsjö IP:s grusplan och bergtunnel för vändspår

* Siffrorna i parenteser avser hela anläggningslängder, det vill säga inklusive schakt för uppgång, ventilation och arbetstunnel med mera inom respektive delsträcka.

** Under byggtid ingår inläckage till ventilationsschakt (med undantag enligt kommentarskolumnen) och tvärtunnlar i inläckage till TBM-tunnlar. Inläckage till öppna schakt i jord och berg, som i drifttiden ersätts med täta konstruktioner, redovisas inte.

*** Under drifttid ingår inläckage till samtliga anläggningsdelar i berg, däribland stationer, arbetstunnlar, spårtunnlar, tvärtunnlar, ventilationsschakt, betongtunnlar vid depå och bergtunnel för vändspår.

6.4 Konsekvenser för mark, byggnader och anläggningar i jord

6.4.1 Bedömningsskala

Nedanstående bedömningsskala används för bedömning av konsekvenser avseende både grundvatten i jord och grundvatten i berg.

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.

6.4.2 Känsliga objekt/områden

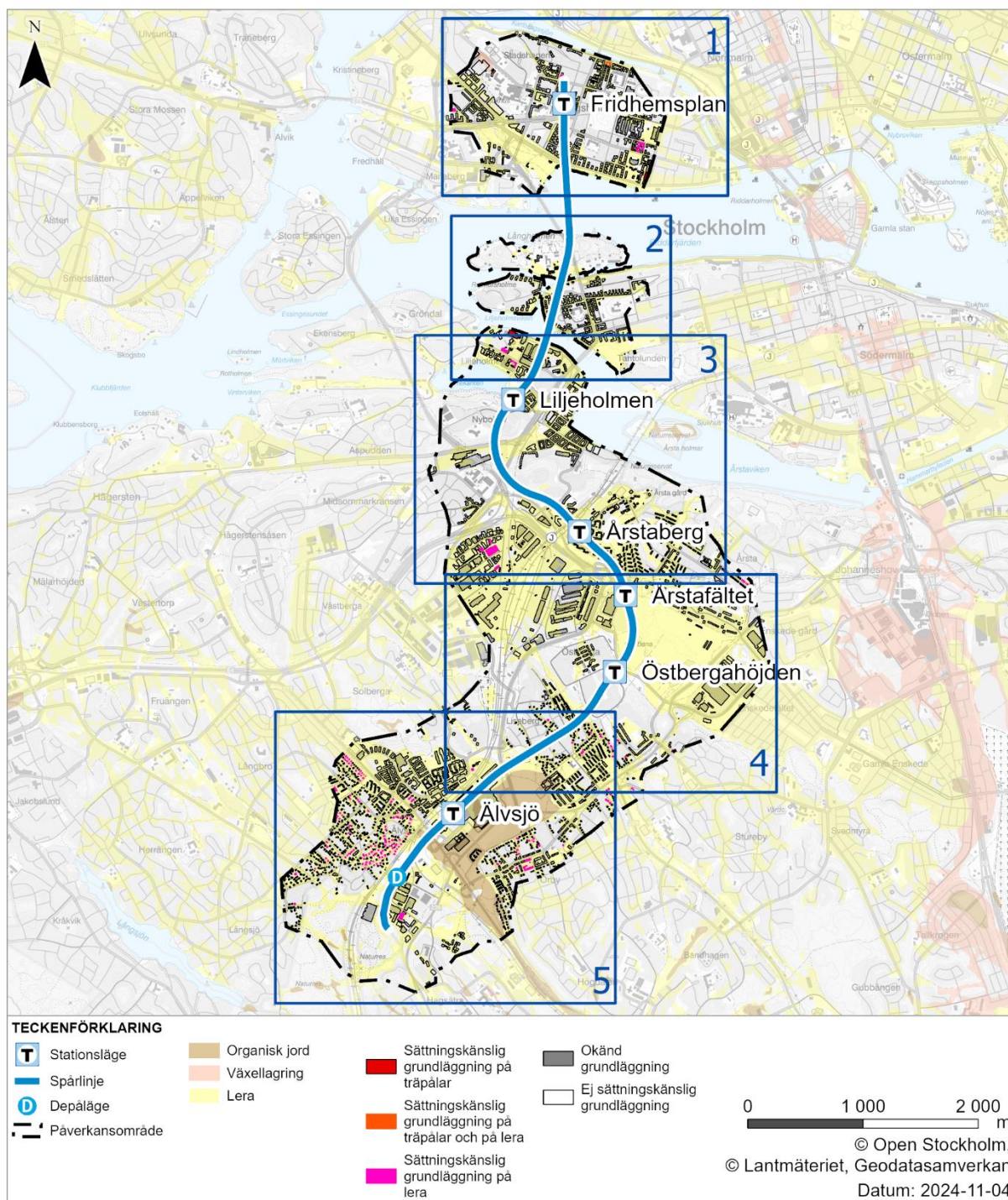
Objekt som kan vara beroende av grundvattennivån i omgivande jordlager utgörs av icke fast grundlagda byggnader, markförlagda ledningar och andra anläggningar i lerområden. Byggnader med trägrundläggning kan skadas vid en grundvattennivåsänkning i övre magasin. Inom utredningsområdet har grundläggningsinventeringar genomförts. Särskilt fokus har lagts på de byggnader och anläggningar som är belägna i lerområden som inte redan är dränerade då dessa riskerar att drabbas av sättningssskador vid en grundvattennivåsänkning om dessa har en sättningskänslig grundläggning.

Inventeringen har utförts genom att inhämta information från kommunens arkiv rörande grundläggning för hus. Inom lerområden har även förekommande ledningar, större vägar, broar och andra möjliga sättningskänsliga anläggningar inventerats. Information har inhämtats från ledningsägare rörande grundläggning för ledningar. I avsnitt 3.3.2 beskrivs ledningar inom utredningsområdet. Endast en del av dessa bedöms vara känsliga för en marksättning, exempelvis kan det handla om distributionsledningar av mindre diameter och servisledningar för fjärrvärme och fjärrkyla samt vatten-, avlopps- och gasledningar. Byggnader och anläggningar som inte är fast grundlagda betraktas som känsliga för grundvattennivåsänkningar. Där information om grundläggning saknas inom sättningskänslig mark räknas byggnaden eller ledningen, av försiktighetsskäl, som sättningskänslig. Grundläggning på pålar, berg eller fast botten inom sättningskänslig mark har bedömts som ej känslig grundläggning. För varje objekt finns fler förhållanden som avgör känslighet för grundvattensänkning i undre och övre magasin. Känslig grundläggning har sammanställts i kategorier enligt Tabell 9.

Tabell 9. Grundläggningsskategorier som betraktas som grundvattenberoende och deras känslighet för grundvattennivåavsänkning i övre respektive undre magasin.

GRUNDLÄGGNINGSKATEGORI	KÄNSLIG FÖR GRUNDVATTENNIVÅSÄNKNING I ÖVRE MAGASIN	KÄNSLIG FÖR GRUNDVATTENNIVÅSÄNKNING I UNDRE MAGASIN
Grundlagd på lera	Nej	Ja
Grundlagd på träpålar	Ja	Nej
Okänd grundläggning	Ja	Ja

Byggnader och anläggningar inom sättningkänslig mark presenteras i Figur 41 och redovisas i delområden inom påverkansområdet i avsnitt 6.4.4. Delområdena är framtagna för att dela upp påverkansområdet där tydligare beskrivningar kan göras och då delområdenas känslighet varierar utmed planerad tunnelbanesträcka. Ledningar inom sättningkänslig mark redovisas i Bilaga C5 till PM Hydrogeologi.



Figur 41. Översiktskarta över delområden för konsekvensbedömning byggnader och anläggningar. Se delområdeskartor ett till fem i avsnitt 6.4.4.

Totalt finns cirka 5 400 byggnader inom påverkansområdet varav cirka 3 000 är inom områden med potentiellt sättningskänslig mark. Antal fastigheter inom samma område är 1664, där en fastighet kan omfatta flera byggnader med olika känslighetsklasser. Av byggnaderna inom potentiellt sättningskänslig mark är upp emot cirka 20 procent markerade som komplementbyggnader i fastighetsregistret, vilket betyder att de i huvudsak är garage, bodar eller andra mindre byggnader som inte är sättningskänsliga. Kvarstår gör byggnader som utgör en- och flerfamiljshus, kontor, industrier, skolor och andra samhällsfunktioner med mera inom sättningskänslig mark och som därmed är potentiellt känsliga för en marksättning. Inventeringen har resulterat i fördelning enligt Tabell 10.

Tabell 10. Antal byggnader inom potentiellt sättningSkänslig mark inom påverkansområdet.

KÄNSLIGHETSKLASS	ANTAL BYGGNADER INOM PÅVERKANSOMRÅDE
Ej känslig grundläggning	2301
Känslig grundläggning	193
Okänd grundläggning	496
Total	2990

6.4.3 Konsekvenser av nollalternativ

Nollalternativet innebär att det inte blir någon grundvattensänkning med hänsyn till tunnelbanan. Pågående sättningar sker idag inom delar av lerområdena inom påverkansområdet. 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 byggnader och anläggningar skadas av pågående sättningsförlopp, befintliga dränerande anläggningar och planerade exploateringar bedöms konsekvenserna i nollalternativet som inga till små negativa.

6.4.4 Konsekvenser under bygg- och drifttid

Områden där skador på grundvattenberoende objekt bedöms kunna uppstå om grundvattennivåsen sänks uppkommer är i huvudsak i anslutning till de identifierade undre grundvattenmagasinen och lerområdena längs tunnelbanesträckningen. En sättningsutredning har utförts där sättningSkänsliga jordarter utretts inom det beräknade påverkansområdet där förekomst av lös lera har avgränsats utifrån lermäktigheter och provtagits.

Sättningsberäkningarna är gjorda för flera teoretiska scenarier. En kortvarig kraftig grundvattensänkning till lerans underkant i tre månader samt ett scenario för en meter grundvattensänkning i 50 år, vilket motsvarar en permanent mindre avsänkning. Utredningen har visat att vissa områden inte är sättningSkänsliga då leran är överkonsoliderad, det vill säga att lerjorden tidigare varit utsatt för en större belastning eller grundvattentrycknivåsen sänkt än dagens förhållanden och har anpassats för det.

Marksättningar är tidsberoende. Som exempel kan framdriften med TBM i ett visst begränsat område innebära att ett enskilt grundvattenmagasin i jord får en påverkan under cirka en till tre månaders tid, även beaktat en långsammare framdrift. Den förhållandevis snabba framdriften i spårtunneldrivningen med TBM gör att påverkan från den otäta tunnelfronten är i regel under en begränsad tid och inte når sin maximala utbredning. En sättningsutveckling till följd av en trycknivåavsänkning i det undre grundvattenmagasinet kommer i sin tur vara begränsad då tid är en nyckelfaktor i utveckling av sättningar.

Service- och arbetstunnlar, stationsutrymmen, brandgasschakt, luftutbytesschakt och tvärtunnlar mellan spårtunnlarna byggs med konventionell borra-spräng där berget förinjekteras. Tidsberoende inläckage för dessa anläggningsdelar skiljer sig åt. Hydrogeologiska beräkningar och modelleringar samt inläckageflöden till konventionellt utförda berganläggningar framgår av PM Hydrogeologi (Bilaga C till ansökan).

För mer detaljer om beräkning av sättningar se Sättningsutredning (Bilaga C7 till PM Hydrogeologi).

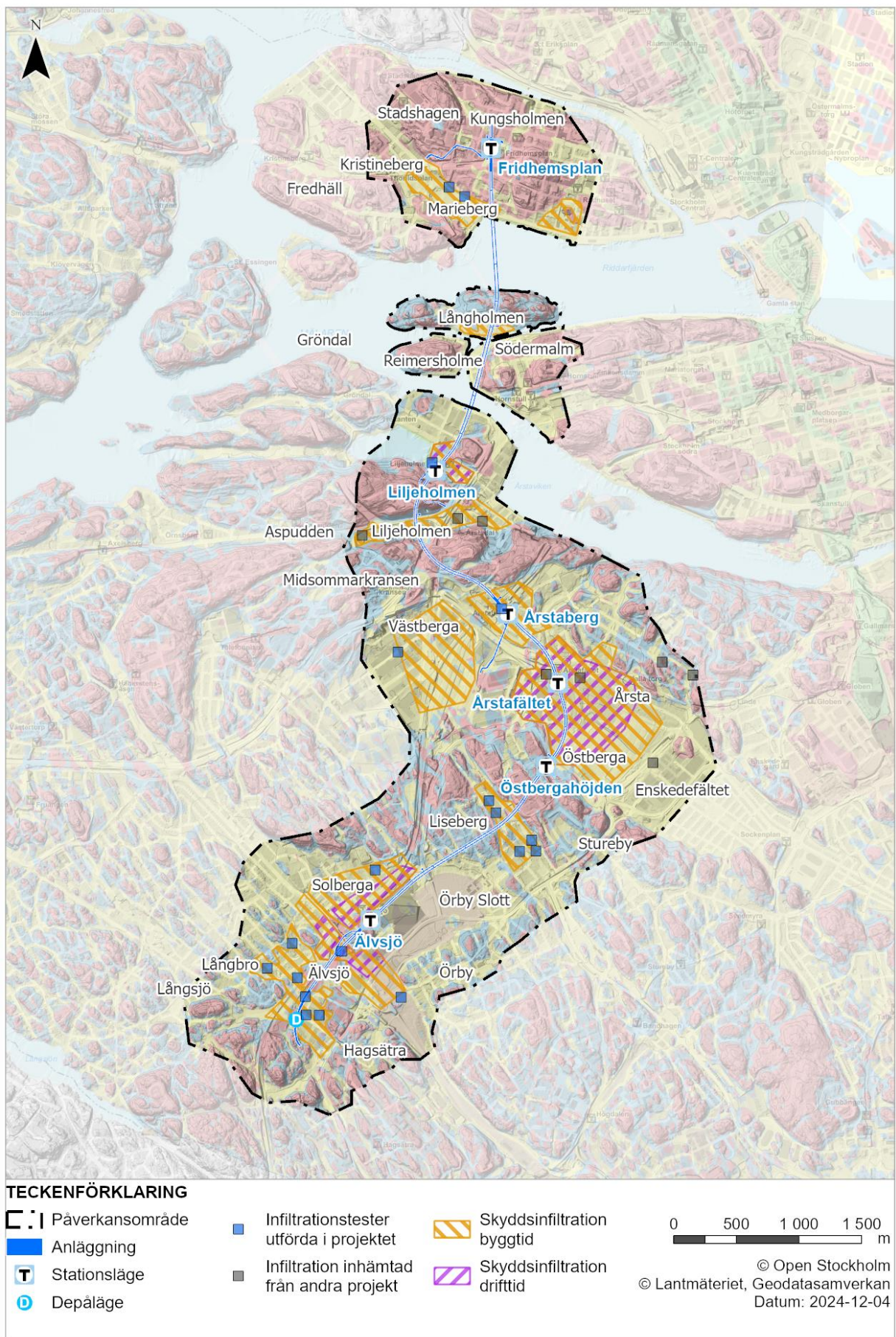
Utöver byggnader kan det finnas anläggningar inom påverkansområdet som kan vara sättningSkänsliga, exempelvis statliga och kommunala vägar och spårtrafik på lerjord.

Inom söderort passerar delar av E4 (Essingeleden) samt Riksväg 75 (Södra länken) och Länsväg 226 (Huddingevägen) lermark. Det finns flera andra högratifierade kommunägda vägar som korsar områden med lera, däribland Norr och Söder Mälarstrand, Södertäljevägen, Årstabergsvägen, Västberga Alle, Östbergavägen, Huddingevägen och Magelungsvägen. Tvärbanan ligger växelvis på lera mellan Gröndal och Linde. Stambanan passerar lermark i längre sträckor mellan Årstaberg och Västberga och därefter vid Älvsjö. Nynäsbanan som avviker från Stambanan mellan Älvsjö IP och Älvsjö industriområde korsar till och från lera med begränsat djup. Flera så kallade industrispår finns inom lerområden vid Lövholmen, Årstadal, Västberga och Älvsjö industriområden. För redovisning av dessa och andra typer av anläggningar, exempelvis broar, se Bilaga C6 till PM Hydrogeologi.

För att undvika skadliga sänkningar av grundvattennivån som kan ge konsekvenser i form av marksättningar med skada på byggnader eller andra anläggningar kan det vara aktuellt att utföra skyddsinfiltation. Lägen från utförda infiltationstester redovisas i Figur 42. I många av dessa områden har infiltationstest utförts inom projektet eller resultat från andra projekt hämtats för att säkerställa infiltationsmöjligheterna samt för att undersöka infiltationskapaciteter vid enskilda infiltationspunkter. Skyddsinfiltation bedöms främst behövas under byggtiden ifall större inläckage uppkommer temporärt vid TBM-fronten. Även vid planerade schakt i jord kan infiltation komma behövas som komplement till den tätning av stödkonstruktion eller ridåinjektering av berg.

Konsekvensbedömning beskrivs utan infiltation i kommande avsnitt över delområden. Med infiltation kan grundvattenavsänkning motverkas. Om en grundvattenavsänkning motverkas helt, kan negativa effekter i form av skadliga sättningar och därmed konsekvenser undvikas. Om risk för grundvattennivåpåverkan finns kan konsekvenser inte uteslutas.

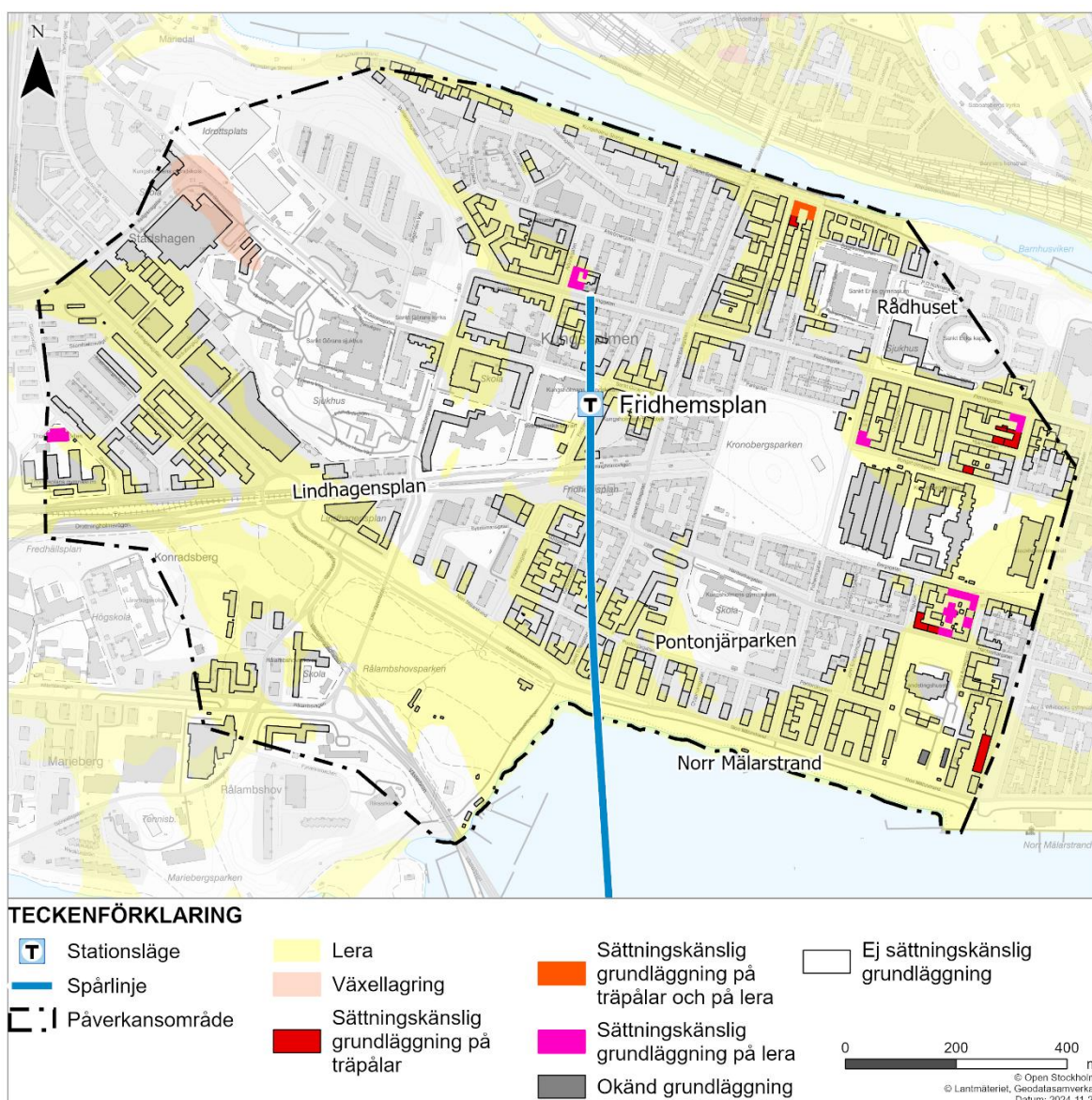
Skulle en oförutsedd påverkan uppkomma även inom andra områden än de i Figur 42 redovisade, kan skyddsinfiltation bli aktuellt även inom andra delar av redovisat påverkansområde.



Figur 42. Områden där skyddsinfiltration kan behövas under olika skeden samt utförda infiltrationstester.

6.4.4.1 Kungsholmen

På Kungsholmen finns både lera och byggnader med känslig grundläggning inom påverkansområdet, se Figur 43. Bland annat finns lerjord utmed Drottningholmsvägen, ner mot Rålambshovsparken och Norr Mälärstrand. Jorddjup på cirka 20 meter förekommer intill tunnelbanans Blå linje vid befintlig station Rådhuset. Längs Pontonjärgatan fram till Pontonjärparken har ingen lös lera påträffats. På Kungsholmen finns ett fåtal byggnader med sättningskänslig eller okänd grundläggning och ledningar inom påverkansområdet vilket innebär en måttlig känslighet för sättningar. En byggnad strax norr om tunnelbaneanläggningen vid Fleminggatan är grundlagd på lera. I de östra delarna av påverkansområdet, vid Thorildsplan är Thorildshallen delvis grundlagd på lera. Delar av länsväg 275 (Drottningholmsvägen) och delar av Grön linje ovan mark ligger här i ett område med lerjord. Av de cirka tio byggnader med grundvattenberoende eller okänd grundläggning i området vid Landstingshuset har tre kulturhistoriskt värde.



Figur 43. Byggnader med grundvattenberoende eller okänd grundläggning inom lerområden på Kungsholmen.

Under byggtiden finns risk att spårtunnlarna får ett temporärt stort inläckage och påverkar då grundvattennivåerna vid passagen av de regionala svaghetszonerna under Riddarfjärden. En påverkan skulle då kunna nå ut i grundvattenmagasinet i Rålambshovsparken och längs med Lindhagensgatan samt in i området vid Kungsholms torg. Utan skyddsåtgärder bedöms

nivåpåverkan temporärt kunna bli upp till cirka två meter i Rålambshovsparken. Detsamma gäller för området vid Kungsholms torg även om risken för påverkan där är liten. Där spårtunnlarna går in under Kungsholmen och passerar det mindre grundvattenmagasinet vid Pontonjärgatan bedöms även här en temporär påverkan på cirka två till tre meters avsänkning kunna uppkomma i jordlagren.

Där stationen anläggs i anslutning till befintliga stationsutrymmen vid Fridhemsplan och arbetstunneln bedöms de undre grundvattenmagasinen i jord kunna märka av en nivåpåverkan upp till cirka en till två meter. Schakt vid markytan vid mynningen av arbetstunneln och för luftutbytes- och brandgasschakt bedöms inte innebära någon påverkan för något grundvattenmagasin i jord då de sker inom områden med marknära berg.

Risken för effekter i form av marksättningar från tunnelbanans påverkan på grundvattennivåer finns i huvudsak inom Rålambshovsparken med intilliggande vägar och ledningar samt kring Lindhagensplan. Under byggtiden beräknas effekter i form av marksättningar på cirka två centimeter kunna uppstå. Skyddsinfiltration kan komma att behövas vid Rålambshovsparken under byggtiden.

I området med lerjord vid Igeldammgatan bedöms lös lera endast förekomma i liten omfattning. Av det fåtal byggnader med grundvattenberoende grundläggning finns endast risk för marksättning vid en byggnad strax norr om tunnelbaneanläggningen vid Fleminggatan. Risken är låg och hanteras inom ramen för kontrollprogram.

Om en grundvattensänkning uppkommer under byggtiden vid de östra delarna av påverkansområdet, nära Landstingshuset och Rådhuset, bedöms effekter i form av marksättningar kunna uppstå. Känsliga ledningar och ett tiotal byggnader har grundvattenberoende eller okänd grundläggning i området. Sättningar har till viss del uppkommit tidigare och det är oklart om en framtida temporär grundvattenpåverkan kan orsaka ytterligare sättningar. Det är osannolikt men om behov uppstår, kan skyddsinfiltration förberedas i området vid Landstingshuset.

I övriga områden bedöms grundvattenpåverkan inte ge upphov till skador då förutsättningar för marksättning eller riskobjekt saknas.

Inläckaget till tunnelbanan under drifttiden beräknas uppgå till cirka hälften av tillgänglig grundvattenbildning till undre magasin och till berg. Då en andel kommer från, eller reducerar inläckaget till befintliga undermarksanläggningar blir grundvattenbalansen än mer robust och någon permanent grundvattenpåverkan av betydelse bedöms inte uppkomma.

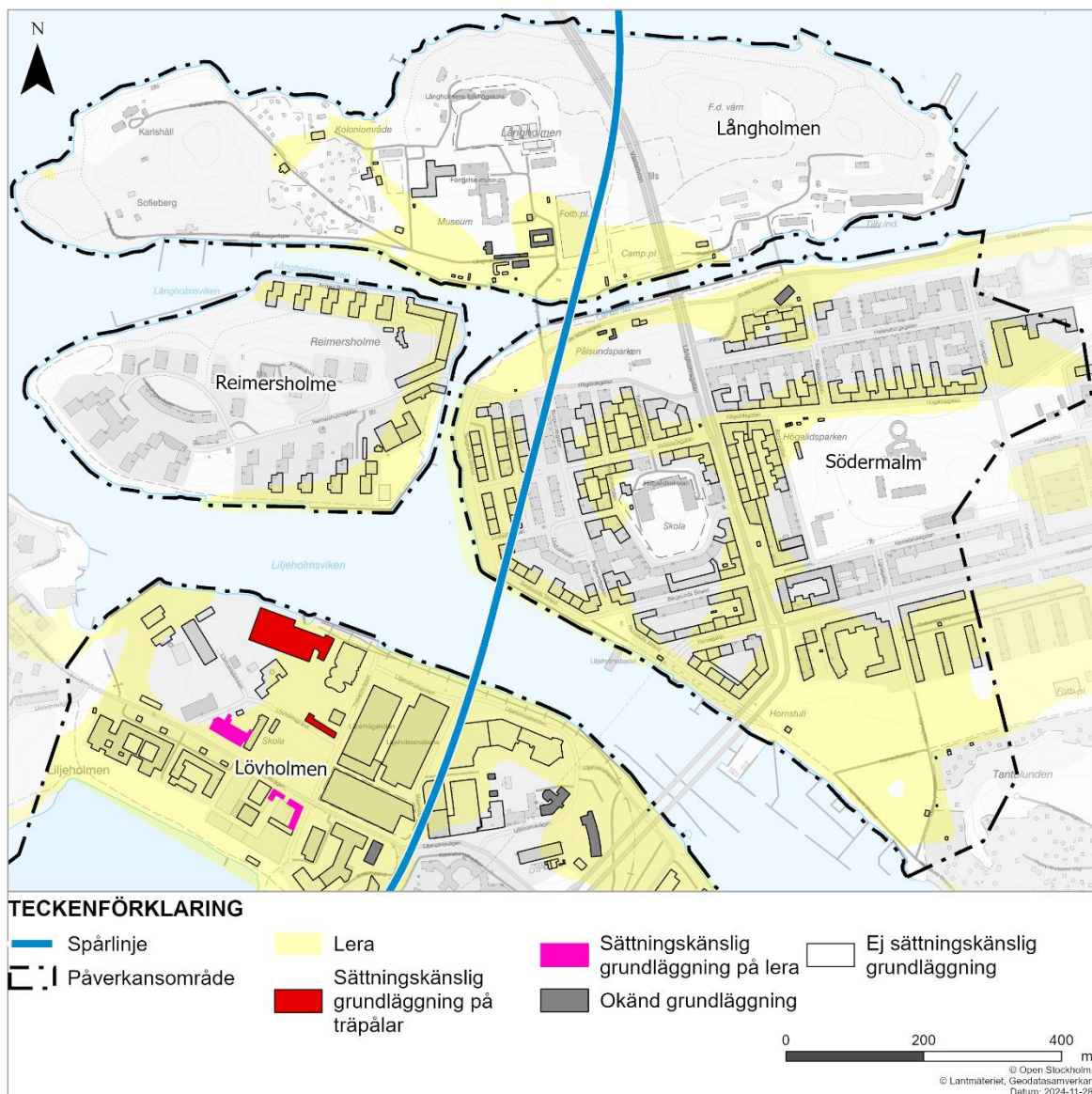
De betonginklädda spårtunnlarna med tvärtunnel bedöms under drifttiden inte ge upphov till någon mätbar grundvattennivåpåverkan inom Rålambshovsparken eller vid Kungsholmstorg. Vid grundvattenmagasinet vid Pontonjärgatan kan mindre än en halv meters avsänkning kvarstå. Grundvattenmagasin i jord ovan eller i anslutning till stationsutrymmena och arbetstunneln bedöms kunna få en viss permanent påverkan under drifttiden, upp till cirka en meter. Inga marksättningar bedöms uppstå då grundvattennivån ligger vid lerjordens underkant, lös lera bedöms saknas. För det undre grundvattenmagasinen i området är det osannolikt att en mätbar påverkan uppkommer. Permanent skyddsinfiltration för att upprätthålla grundvattennivåerna i jordlagermagasinen bedöms därmed inte behövas.

Sammantaget bedöms effekterna under byggtiden i form av marksättningar från tunnelbanans påverkan på grundvattenförhållanden inom Kungsholmen som små negativa. Under byggtiden bedöms konsekvenserna inom Kungsholmen som små till måttligt negativa, utan infiltration. Då en skadlig påverkan bedöms kunna motverkas med skyddsinfiltration under byggtiden, bedöms inga konsekvenser uppstå. Någon permanent påverkan som genererar sättningar från anläggningen bedöms inte uppkomma och inga konsekvenser bedöms uppstå under drifttiden.

6.4.4.2 Mälarpassagen

Mälarpassagen består av vattenområdet mellan Kungsholmen och Lövholmen samt Långholmen och Södermalm. Här finns lera inom påverkansområdet enligt redovisning i Figur 44. På Långholmen varierar lermäktigheten med någon meter upp till 10 meter närmast sundet. Den sydöstra delen av Reimersholme är utfylld sjöbotten. Inom påverkansområdet på Södermalm finns de mäktigaste lerlagren inom Tantolunden upp till 12 meter nära Årstaviken. Fyllning överlagrar leran både på Långholmen, Reimersholme och Södermalms kajer mot Mälaren.

Lövholmen, området mellan Trekanten och Liljeholmsviken, har fyllningslager upp mot 15 meter som mest över ett tunnare lerlager på cirka fem meter.



Figur 44. Byggnader med grundvattenberoende eller okänd grundläggning inom lerområden på Långholmen, Södermalm och Lövholmen.

På Långholmen har fem byggnader med okänd grundläggning identifierats vid Långholmsmuren, samtliga med kulturhistoriskt värde. På Reimersholme har inga byggnader med sättningskänslig eller okänd grundläggning identifierats. Inom påverkansområdet på Södermalm är samtliga byggnader som riskeras påverkas, förutom tre, fastgrundlagda. En av byggnaderna är klassad som kulturhistoriskt värdefull. De tre byggnaderna har okänd grundläggning, men då jordlager bedöms stå i kontakt med Pålsundet bedöms sättningsrisken som mycket liten. Vid Lövholmen finns enstaka byggnader med sättningskänslig grundläggning inom industriområdet. Sammantaget

finns ett fåtal byggnader med sättningskänslig eller okänd grundläggning inom påverkansområdet vilket innebär en måttlig känslighet i området.

På Långholmen och Reimersholme finns grundvattenmagasin i jord främst längs med stränderna. Magasinen bedöms ha god kontakt med ytvattnet. Vid Långholmen är området utfyllt och grundvatten förekommer dels i fyllningen, dels i friktionsjord under lerlagret. En grundvattenpåverkan i undre magasin kan inte förutses men inte heller uteslutas när TBM passerar. De ytvattennära grundvattenmagasinen bedöms inte vara känsliga för grundvattenavsänkning och ingen mätbar påverkan förväntas. Provtagning av leran vid Långholmen visar på att leran är lös och skulle en temporär avsänkning ske kan det medföra en sättning på två till fyra centimeter.

Spårtunnlarna passerar under västra Södermalm som mestadels utgörs av bergshöjder. Grundvattenmagasin i jord längs kajerna har god kontakt med Mälaren och är därmed inte känsliga för en grundvattendränning till underliggande berg. Ett grundvattenmagasin förekommer under Högalidsgatan och Långholmsgatan ner mot Hornstull. Magasinets närmast spårtunnlarna, väster om Långholmsgatan bedöms avsänkas mellan en och två meter under tiden fronten på TBM passerar. Någon påverkan i form av marksättning bedöms inte uppkomma då lerlagret är måttligt sättningsbenäget och grundvattennivån ligger tre till fyra meter under markytan vilket bedöms vara under eller nära lerans underkant.

Inom Lövholmen bedöms mäktiga fyllningslager längs stränderna och kajerna ha god kontakt med ytvattnen. En grundvattendränning i undre jordlager ner till berg och tunnelfronten bedöms till stor del kompenseras av inflöde av ytvatten men en mindre grundvattenavsänkning, cirka en halv meter, kan inte uteslutas under byggtiden. En sådan temporär avsänkning bedöms inte ge upphov till några större marksättningar.

Under drifttiden kommer spåransläggningen i princip vara tät. Ett visst inläckage kan ske till tvärtunnlar och borrhål till teknikbyggnaden vilket motsvarar en mycket liten andel av den bedömda grundvattentillgången och någon märkbar grundvattenpåverkan bedöms inte uppkomma inom delområdet under drifttiden.

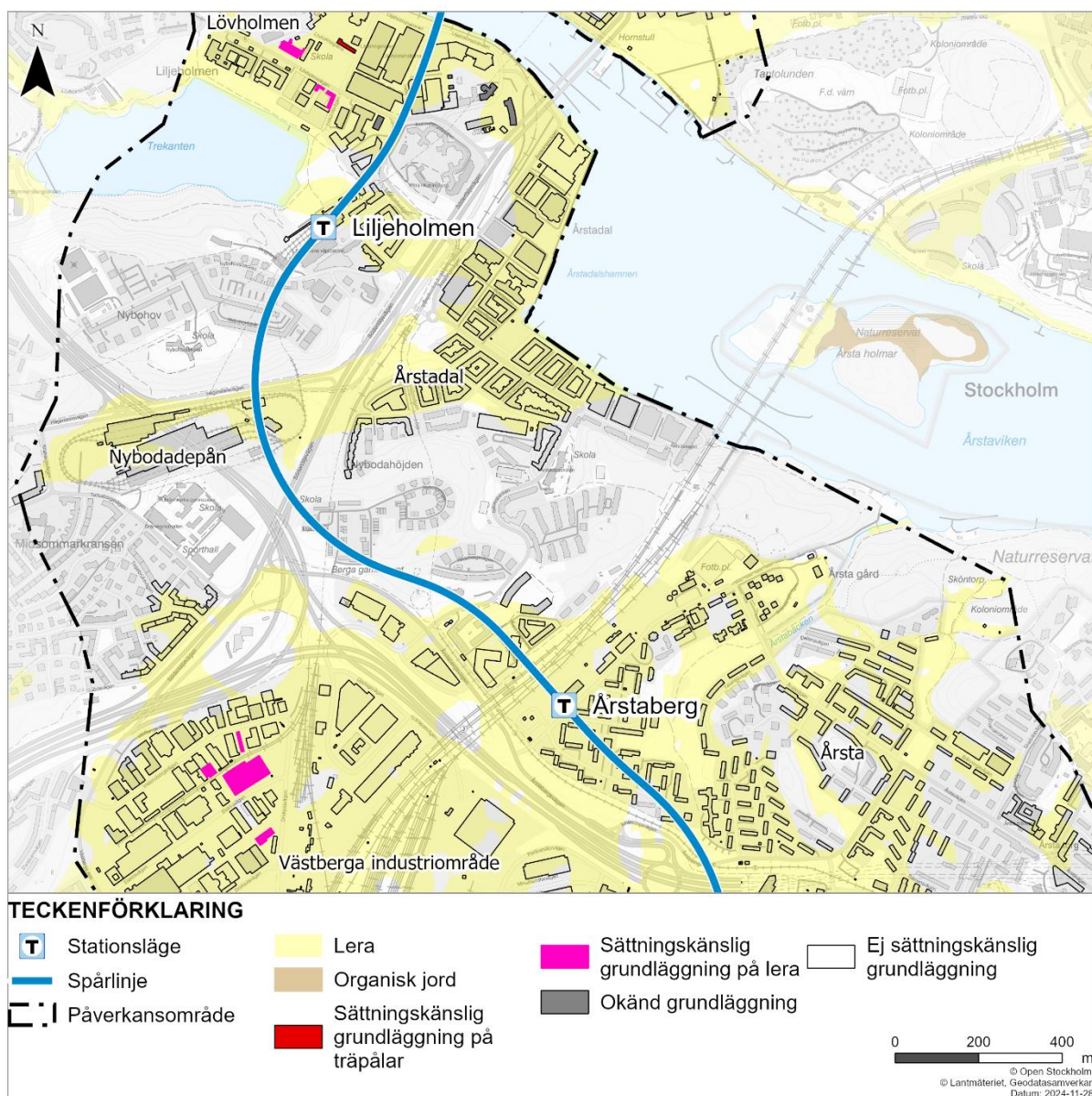
Sammantaget bedöms påverkan på grundvattenförhållanden inom Långholmen, Reimersholme, Södermalm och Lövholmen bli liten. Effekter i form av marksättningar bedöms som små negativa och konsekvenserna bedöms bli små negativa under byggtiden, utan behov av infiltration. Med beredskap för infiltration uppkommer inga negativa konsekvenser. Inga konsekvenser bedöms uppkomma under drifttiden.

6.4.4.3 Liljeholmen, Västberga och Årsta

Vid Liljeholmen, Västberga och Årsta finns lera inom påverkansområdet enligt redovisade områden i Figur 45. Vid Liljeholmstorget är berggrunden djupt nerskuren i en bergsvacka som följer en regional svaghetszon. Här förekommer ett område med cirka sex meter lera och ett mäktigt fyllningslager. Vid befintlig tunnelbanestation har friktionsjordmäktighet upp mot fem meter påträffats. Ingen byggnad med grundvattenberoende grundläggning finns vid Liljeholmstorget som till stora delar är underbyggd av garage, busstation och centrumbyggnader. Däremot förekommer potentiellt sättningskänsliga anläggningar inom området, såsom Tvärbanan och ledningar.

Kring station Liljeholmen och söder om Liljeholmen mellan Nybodadepån och Årstadal är leran relativt sättningsbenägen. Pågående sättningar finns vid Årstadal, där lermäktigheten varierar mellan tre och 12 meter. Inom Västberga industriområde fram till Västberga Allé uppgår lermäktighet till cirka 15 meter för att minska under spårområdet och mot Årstaberget, där kan lera saknas på flera platser, se Figur 45.

Sättningskänsliga byggnader inom påverkansområdet består av ett fåtal byggnader inom industriområdet vid Västberga. Av byggnaderna är enstaka kulturhistoriskt värdefulla. Utöver dessa byggnader bedöms Stambanan och ledningar vara känsliga ifall en marksättning uppkommer vilket sammantaget innebär en måttlig känslighet i området.



Figur 45. Byggnader med grundvattenberoende eller okänd grundläggning inom lerområdena vid Liljeholmen och Västberga.

Vid byggande av station Liljeholmen med anslutande tunnlar och vertikalschakt har grundvattennivåavsänkning i jord beräknats. En avsänkning på två till fyra meter kan uppkomma inom Trekantparken ner mot Trekanten och inom delar av Liljeholmstorget. Detta skulle kunna ge upphov till en marksättning på cirka fyra till sex centimeter under en antagen byggtid på två år. Byggnaderna i området är fast grundlagda och bedöms inte påverkas. Tvärbanan och ledningar bedöms dock vara känsliga liksom asfalterade eller plattsatta ytor. Området har bra förutsättningar för skyddsinfiltation som kan motverka den påverkan på grundvattennivåerna som kan uppkomma.

Drivningen av spårtunnlarna kan under byggtiden påverka grundvattenmagasinet längs med Hägerstensvägen. Vid passagen av Hägerstensvägen kan en påverkan i jord vid Nybodadepån uppkomma. En temporär avsänkning upp mot cirka två till tre meter kan inte uteslutas.

Provtagning av leran har ännu inte utförts men lermäktigheter upp mot tio meter indikerar att marksättningar kan uppkomma även vid en kortvarig påverkan. Västra delen av området vid Nybodadepån ligger inom påverkansområdet för SVOA:s planerade avloppstunnel (Mässtunneln) och kumulativ påverkan på grundvattennivån skulle kunna uppkomma under byggtiden. Infiltrationsförsök har visat att skyddsinfiltration har god effekt för att kunna upprätthålla grundvattennivåerna i området.

Vid Årstadal visar utredningen att leran inte är sättningbenägen vid en kortvarig grundvattenpåverkan och där kontakt med ytvatten inte kan tillgodoräknas är lerlagret tunnare. I området förekommer flertalet sprickzoner som korsar spårtunnlarna samt spridd förekomst av tjockare, blöt lera, vilket innebär en sättningsrisk under byggtiden. I området vid Årstadal bedöms en temporär avsänkning kunna uppgå till cirka en meter. I Årstadal och vid Liljeholmskajen kan det finnas behov av skyddsinfiltration.

Påverkan i jord från planerad station Årstaberg bedöms begränsas av uppstickande berg. Vid Årstaberg bedöms avsänkningen under byggtiden kunna uppgå till cirka tre meter i närområdena kring station Årstaberg. Ingen byggnad med grundvattenberoende grundläggning finns i området men Tvärbanan och ledningar bedöms vara känsliga. En marksättning på upp mot tre till fem centimeter bedöms kunna uppkomma. Någon grundvattenavsänkning i jordmagasin förväntas inte väster om industrispåret och Drivhjulsvägen. När TBM närmar sig stationen bedöms en avsänkning på mellan en halv och en meter i undre grundvattenmagasin kunna nå ut mot norra delen av Västberga industriområde. För spårområdet bidrar arbetstunneln till den bedömda påverkan. Inom Västbergas norra del visar analyser av lerans sättningssegenskaper på små sättningsbelopp vid en temporär avsänkning, mindre än två till tre centimeter. TBM bedöms även kunna ge en påverkan in mot norr mot Årsta gård med cirka en till två meter inom närmast liggande bostadskvarter. Inom Årsta och Västberga finns goda möjligheter att utföra skyddsinfiltration.

För drifttiden bedöms grundvattenbortledningen kunna uppgå till mindre än hälften av bedömt grundvattenöverskott eller potentiell grundvattenbildning till berg och undre magasin. Grundvattenbalansen är därmed robust. En permanent påverkan i jordlagren närmast station Liljeholmen kan uppgå till två meter. Beräkningar av lerans egenskaper vid Liljeholmstorget visar att det över tid skulle innebära en marksättning över 10 centimeter. Påverkan bedöms inte nå ut under Södertäljevägen till området vid Liljeholmsviken. Mellan Trekanten och Liljeholmsberget, där moränjordlagret når upp till markytan, kan en mindre grundvattennivåavsänkning uppkomma, mellan cirka 0,3 upp till en meter.

I dalgången längs Hägerstensvägen och vidare ner mot Årstaviken bedöms ingen påverkan ske under drifttiden. Vid Årstaberg bedöms risken för att grundvattenpåverkan under drifttiden kan orsaka marksättningar som liten. Risken för sättningar för Stambanans och Tvärbanans spåranslagning vid stationen bedöms vara liten. Anläggningarna kommer ingå i kontrollprogrammet.

Sammantaget bedöms påverkan under byggtiden på grundvattenförhållanden inom Liljeholmen, Västberga och Årsta bli måttlig. Måttliga effekter i form av marksättningar bedöms kunna ge upphov till måttligt negativa konsekvenser, utan infiltration. Med förberedelse för skyddsinfiltration blir konsekvenserna små negativa eller inga under byggtiden. Inga konsekvenser bedöms uppkomma under drifttiden med infiltration.

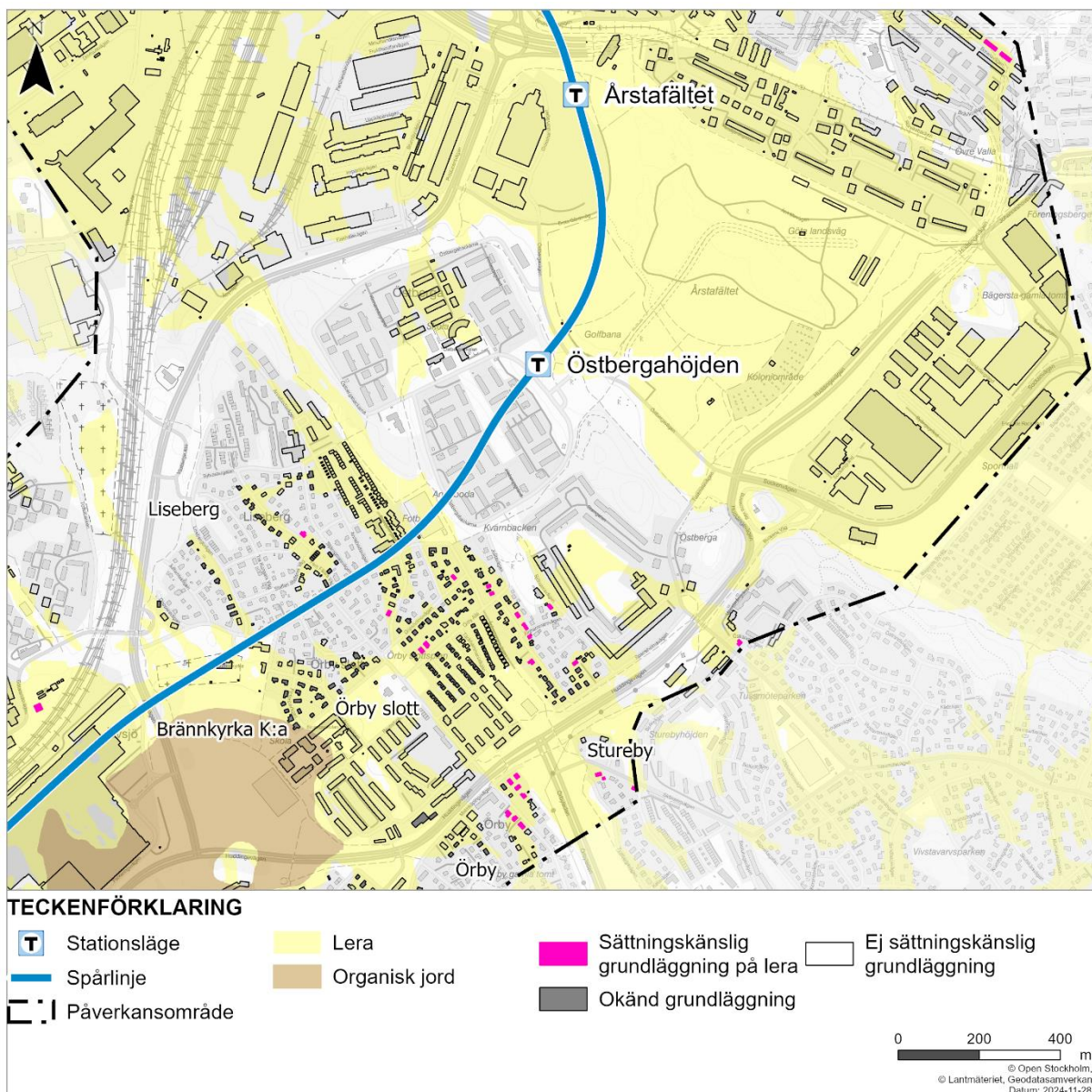
6.4.4.4 Årstafältet och Östberga

Vid Årstafältet och Östberga finns lera inom påverkansområdet enligt redovisning i Figur 46. Årstafältet har mycket varierande jordlagermäktighet med mindre avgränsade områden där bergytan går upp närmare markytan. Generellt återfinns de djupaste jordlagren längs med

Årstafältets norra sida med lermäktigheter upp mot 20 meter. Lermäktigheter uppemot cirka 10 meter förekommer även centralt och söderut i området. Leran förmodas vara lös där den har större mäktighet vid Årstafältet och Enskedefältet.

Lera saknas ställvis vid lerdalgången som sträcker sig mellan Liseberg och Stureby. Där lera har påträffats har dess sättningsbenägenhet varit liten. Vid bostadsområdena Örby slott och Örby visar underlag på lermäktighet på cirka sju meter medan provtagningar noterat ett tunt lerlager, upp mot 1,5 meter, inom området. Vid Örby och Örby slott visar resultaten på låg risk för sättningar.

Sättningskänsliga byggnader inom påverkansområdet består huvudsakligen av en- och flerfamiljehus med okänd eller sättningskänslig grundläggning. Dessa återfinns vid Liseberg, Örby slott, Örby och Stureby, se Figur 46. Av dessa byggnader är inga kulturhistoriskt värdefulla förutom vid Stureby. Inom delområdet finns Tvärbanans spåranläggning samt annan infrastruktur i form av vägar eller ledningar. Sammantaget finns både infrastruktur och ett fåtal byggnader med sättningskänslig eller okänd grundläggning inom påverkansområdet vilket innebär en måttlig känslighet i området.



Figur 46. Byggnader med grundvattenberoende eller okänd grundläggning inom lerområdena vid Årstafältet, Östberga, Liseberg, Örby slott och Stureby.

Planerad station Årstafältet ligger inom Årstafältets grundvattenmagasin vid grundvattendelaren och station Östbergahöjden i den södra delen. En viss grundvattenpåverkan bedöms uppkomma under byggtiden vid byggande av tunnelbanan, trots att det finns stor marginal i vattenbalansen. Påverkan vid station Årstafältet kommer sammanfalla med den påverkan som den planerade stadsutvecklingen i området kan medföra. Grundvattennivåavsänkningen vid stationernas direkta närhet bedöms kunna bli cirka tre till fem meter för station Årstafältet och cirka två meter i närområdet kring station Östbergahöjden. Dessa avsänkingsområden samverkar och med den temporära påverkan från TBM-fronten bedöms påverkan kunna nå ut till Huddingevägen men bedöms inte passera öster om denna.

Grundvattenmagasinet vid Årstafältet kommer att bli påverkat av inläckage till TBM-fronten vid drivning av spårtunnlarna. Marksättningar inom delar av Årstafältet bedöms kunna uppstå av grundvattenavsänkningen. Provtagning av leran indikerar måttlig sättningsrisk på cirka två till fyra centimeter vid en temporär avsänkning. Då området är under pågående byggnation är det svårt att i detalj beskriva hur en sättningspåverkan kan uppkomma på grund av bedömd grundvattennivåpåverkan. De nya byggnaderna kan förutsättas vara fast grundlagda, men vägar med ledningsstråk samt delar av Tvärbanans spåranläggning bedöms kunna bli påverkade av en tillkommande sättningsrörelse. Beroende på framtida förhållanden finns behov av skyddsinfiltation, främst i anslutning till planerad station Årstafältet.

Under byggtiden bedöms drivning av spårtunnlarna kunna ge upphov till en temporär grundvattenavsänkning i jord på mellan en och fyra meter beroende på avståndet från spårinjen och tiden det tar att passera det specifika området. Lerjorden inom Liseberg och Örby slott har provtagits och sättningar beräknats. Vid en punkt i Liseberg beräknas sättningar uppgå till någon centimeter vid långvarig grundvattenavsänkning, vilket innebär en begränsad risk för påverkan. För ytterligare en punkt längre bort från spårinjen vid Örbyleden beräknas en temporär avsänkning endast ge upphov till någon centimeters sättning. Inom området finns goda förutsättningar för skyddsinfiltation.

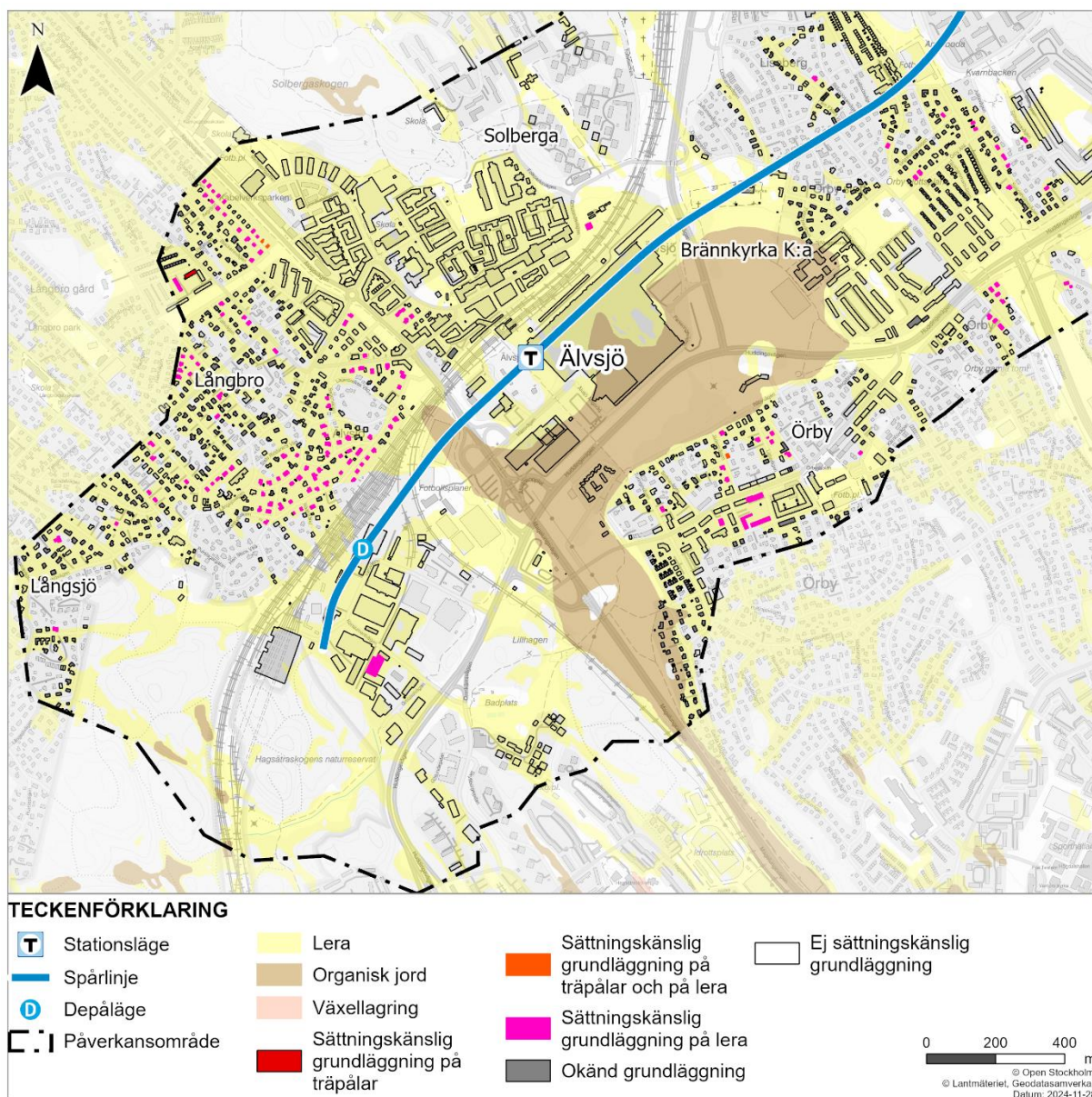
Grundvattensänkningen som tunnelbanan ger upphov till i området under drifttiden bedöms som längst kunna nå ut ungefär till Huddingevägen med någon decimeter som mest. Vid stationernas direkta närhet bedöms avsänkningen kunna nå byggtidens avsänkingsnivåer förutom för Årstafältet där avsänkningen bedöms bli högst tre meter. I området för station Årstafältet visar lerprovtagning och analys att leran har motsatta egenskaper gällande sättningar. Resultaten visar på stora sättningar, över 20 centimeter, som kan uppstå vid en meters permanent avsänkning men även att små sättningar kan uppstå över tid. För att hantera osäkerheten och risk bedöms området i sin helhet som känsligt för grundvattenpåverkan avseende sättningar. Inom Årstafältet finns goda förutsättningar för skyddsinfiltation. Inom Östbergahöjden bedöms ingen lös lera förekomma och därmed uppstår inga effekter i form av marksättningar där. Under drifttiden bedöms ingen märkbar påverkan uppstå på grundvattennivåerna i jordlagermagasinen på delen mellan Östbergahöjden fram till Åbyvägen. I området kring Örby slott sker ett mindre inläckage under drifttiden till de konventionellt tätade tvärtunnlarna och spårtunnlarna, vilket är en bråkdel av beräknat grundvattenöverskott. Byggnader med okänd grundläggning bortom Huddingevägen bedöms inte drabbas av sättningssskador då ingen permanent påverkan förväntas där och leran inte är sättningsbenägen.

Sammantaget bedöms påverkan under byggtiden på grundvattenförhållanden inom delområdet Årstafältet och Östberga bli måttlig. Effekter i form av marksättningar bedöms kunna ge upphov till måttligt negativa konsekvenser, utan infiltation. Med förberedelse för skyddsinfiltation blir konsekvenserna små negativa eller inga under byggtiden. Inga konsekvenser bedöms uppkomma under drifttiden med infiltation.

6.4.4.5 Älvsjö

I Älvsjöområdet förekommer lera inom påverkansområdet enligt redovisning i Figur 47. Mellan Brännkyrka kyrka och nordväst mot Västberga begravningsplats är lermäktigheten som högst cirka 3 meter. Marklagret mellan Örby och Älvsjö samt söderut längs Magelungsvägen består av en organisk jord, gyttja eller dy, upp till cirka tre meter som mäktigast, se brunt område i Figur 47. Lermäktigheten varierar inom Älvsjö men i de centrala delarna längs Huddingevägen finns mäktigheter upp mot 20 meter eller mer. Längs Älvsjövägen fram till Magelungsvägen är lerdjupen måttliga och uppgår till cirka tio meter, med påträffad lös lera inom Älvsjö industriområde. Vid Långbro består jorden av lera med en varierad lermäktighet mellan någon meter upp till åtta meter där leran är sättningsbenägen. Vid Långsjö varierar jorddjupen.

Sättningskänsliga byggnader inom påverkansområdet består huvudsakligen av en- och flerfamiljehus med okänd eller sättningskänslig grundläggning och återfinns i majoritet vid Långbro och Långsjö. Av byggnader inom delområdet, som har sättningskänslig eller okänd grundläggning, finns kulturhistoriskt värdefulla byggnader belägna inom Solberga (Älvsjö station), se Figur 47.



Figur 47. Byggnader med grundvattenberoende eller okänd grundläggning inom lerområden vid Älvsjö.

Området vid Brännkyrka kyrka med kyrkogård har mycket liten lermäktighet och låg risk för sättningar. Marken bedöms vara mycket sättningsbenägen längs med väg 226 och delar av sträckan längs med Magelungsvägen. Längs med Älvsjövägen är sättningsbenägenheten något mindre. Även Stambanan betraktas ställvis som sättningskänslig. Sammantaget bedöms känsligheten i området som hög.

Under byggtiden bedöms drivning av spårtunnlarna kunna ge upphov till en temporär grundvattenavsänkning i jord på mellan en och fyra meter beroende på avståndet från spårinjen och tiden det tar att passera det specifika området. Vid Örby visade beräkningen knappt tre centimeters sättningar vid en tre månaders temporär avsänkning. Inom området söder om Brännkyrka kyrka bedöms risken för marksättning orsakat av temporär grundvattenbortledning vara mindre inom bebyggelsen och större inom gräsytan invid Åbyvägen ner mot Huddingevägen. Inom området finns goda förutsättningar för skyddsinfiltation.

Byggnaderna på båda sidor om Stambanan är med enstaka undantag fast grundlagda på sträckan mellan Åbyvägen och planerad station Älvsjö. Stambanan och ledningar bedöms kunna påverkas negativt med sättningsrörelser mellan tre och fem centimeter ifall en grundvattenavsänkning uppkommer. Undersökningar har visat att skyddsinfiltation går att utföra inom området för att motverka påverkan. Åt söder bedöms parkeringsytor och ledningar längs med Huddingevägen kunna påverkas.

Området vid Magelungsvägen, Älvsjö IP och Långbro villaområde påverkas av inläckage till planerad station Älvsjö, arbetstunneln samt schakterna vid Älvsjö industriområde för TBM-start och betongtunnlar för depån. Under byggtiden kommer schakten vid depåområdet stå öppna. Arbetena vid stationen bedöms kunna ge upphov till en cirka två till tre meters avsänkning i dess närhet vilket förstärker spårtunnlarnas påverkan in i Solberga och ner mot Huddingevägen under byggtiden. Mässtunneln passerar under Solbergaskogens bergshöjd och kommer in i bostadsområdet vid Älvsjö station och avslutas strax söder om den planerade station Älvsjö. Kumulativa effekter bedöms kunna uppstå både under bygg- och drifttiden. Vid samtidig byggnation eller om tunneln är utsprängd när projektets anläggningsarbeten påbörjas finns risk för att grundvattennivåerna behöver upprätthållas med skyddsinfiltation. Arbetstunneln under Magelungsvägen passerar en svaghetszon och kan potentiellt ge upphov till någon meters avsänkning i jord vid vägen ovan tunneln. En påverkan i jord bedöms kunna bli upp till två meter närmast schakten vid depån ifall tätningen inte ger önskat resultat. En utbredning kan nå ut till Långbro villaområde samt omfatta större delen av Älvsjö industriområde.

Vid Magelungsvägen, delar av industriområdet och inom den angränsande delen av villaområdet Långbro finns mäktigare lerlager och provtagning vid två punkter visar att under en byggtid på två år skulle en marksättning upp mot tio centimeter kunna uppkomma.

Stambanan och cirka 10 till 20 fastigheter med byggnader med grundvattenberoende eller okänd grundläggning bedöms som känsliga och kan riskera sättningar.

Vändspåret i bergtunneln passerar under en mindre svacka i höjdområdet med lera och marknära grundvattennivåer. I svackan finns blötområden (småvatten). Något varaktigt grundvattenmagasin i jord förekommer inte inom bergshöjden och vegetationen är inte heller beroende av grundvatten. En påverkan från bergtunneln uppkommer därför endast i berggrunden och bedöms inte nå ut utanför bergshöjden.

Påverkan av inläckage till station Älvsjö med anslutande arbetstunnel samt depån under drifttiden visar på en överskattning av avsänkningen i jord på totalt 0,3 meter där utbredningen når ut till Huddingevägen i söder och fram till Solbergaskogen i norr samt en bit in i Långsjö. Modellen bedöms överskatta påverkan från depån under drifttiden in i villaområdet vid Långbro.

Direkt norr om Magelungsvägens bro över Stambanan visar analyser att en permanent avsänkning under drifttiden på en meter medför en marksättning på över 20 centimeter på lång sikt. Här riskerar Stambanan, ledningar och angränsande villabebyggelse påverkas negativt ifall en sådan sättning skulle utvecklas. Även inom industriområdet och inom Långbro kan en varaktig grundvattenavsänkning under drifttiden på över en meter innebära en marksättning på cirka tio centimeter. Skyddsinfiltration bedöms därmed behövas under drifttiden i området vid Magelungsvägen.

Sammantaget bedöms påverkan på grundvattenförhållandena inom Älvsjö bli måttligt negativ under byggtiden. Konsekvenser under byggtiden bedöms som måttligt till stora negativa om inga skyddsåtgärder genomförs. Med åtgärder och beredskap för skyddsinfiltration blir konsekvenserna små negativa eller inga. Konsekvenser under drifttiden bedöms som måttligt negativa. Med beredskap för skyddsinfiltration blir konsekvenserna små negativa eller inga.

6.5 Konsekvenser för anläggningar i berg

6.5.1 Bedömningsskala

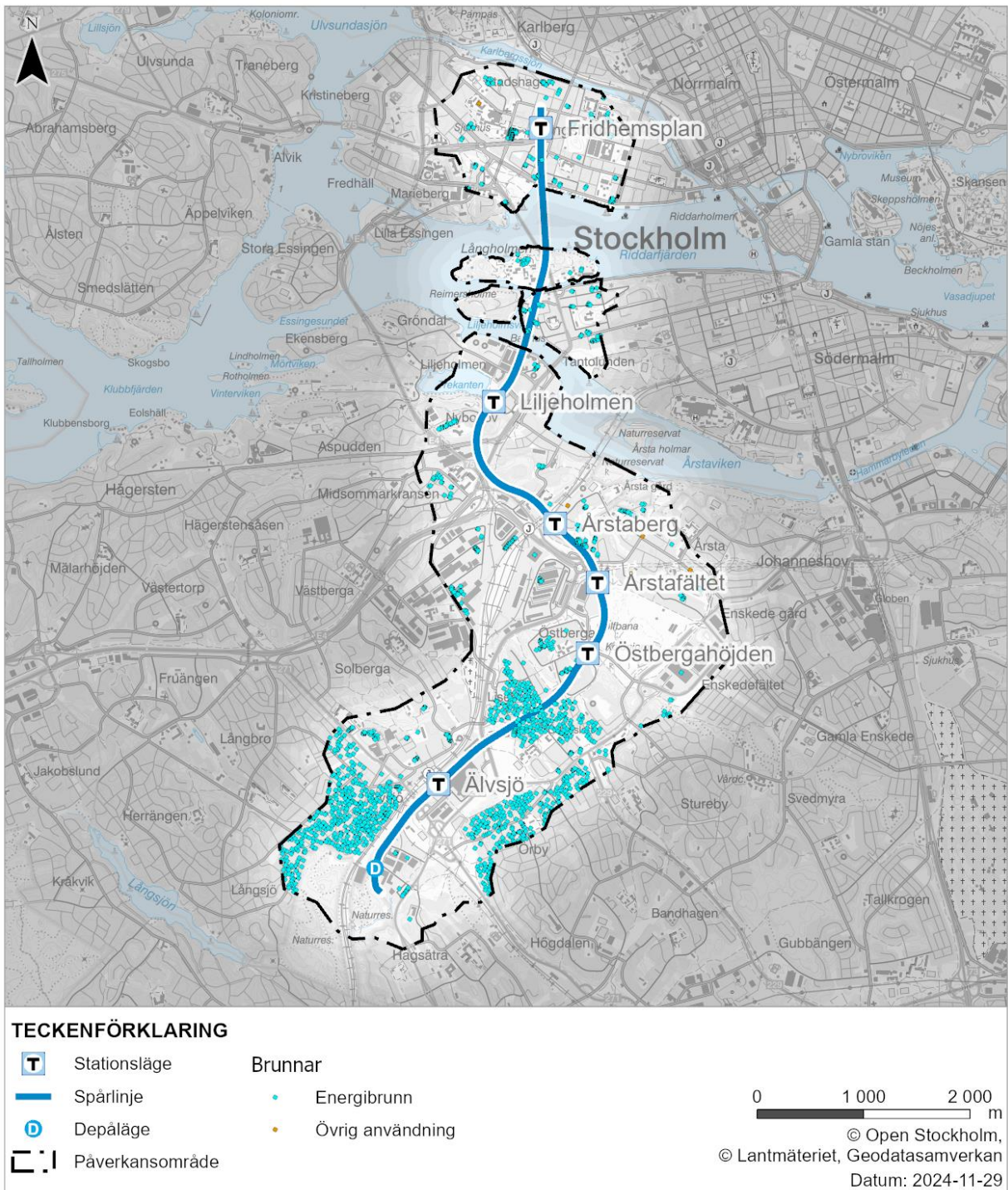
Bedömningsskala för konsekvenser för anläggningar i berg redovisas i avsnitt 6.4.1.

6.5.2 Känsliga objekt/områden

I avsnitt 3.3.3 beskrivs förutsättningarna utmed planerad tunnelbana gällande förekomst av olika typer av brunnar. I Figur 48 visas identifierade brunnar inom påverkansområdet. Ett resultat för identifierade brunnar redovisas i Tabell 11 med olika avståndskategorier till planerade tunnlar beroende på hur de kan komma att påverkas. Det är brunnar i kategori 1 (inom 50 meter) och kategori 2 (inom 50 till 150 meter) som kan komma att märka av en grundvattenpåverkan i form av en viss avsänkt vattennivå i brunnen med en fallande sannolikhetsgrad med avståndet från tunnlar. Kategori 3 (mer än 150 meter) är de som har en liten till ingen risk för påverkan. För en mer detaljerad redovisning se PM Hydrogeologi (Bilaga C till ansökan).

Tabell 11. Antal brunnar och fastigheter med brunnar inom olika avstånd från respektive anläggningsdel.

KATEGORI	AVSTÅND FRÅN RESPEKTIVE ANLÄGGNINGSDDEL	ANLÄGGNINGSDDEL	SKEDE FÖR PÅVERKAN	ANTAL BRUNNAR	ANTAL FASTIGHETER
1	Inom 50 meter	Borra-spräng	Bygg och drift	38	3
		TBM-tunnel	Bygg	82	28
2	Inom 50-150 meter	Borra-spräng	Bygg och drift	80	16
		TBM-tunnel	Bygg	184	95
3	>150 meter till påverkansområdets gräns	Hela anläggningen	Bygg och drift	1841	810



Figur 48. Brunnar inom påverkansområdet.

Bedömd grundvattenpåverkan på energibrunnar

Energibrunnarna är nästan uteslutande mer än 100 meter djupa, med majoritet i intervallet 100 till 200 meter djupa.

- Brunnar inom 50 meter från anläggningen riskerar få en märkbar påverkan. Med en märkbar påverkan menas en trycknivåavsänkning större än 5 meter i brunnen.
- Brunnar inom 50 till 150 meter riskerar få en måttlig till liten påverkan, definierad som mellan 1 och 5 meter trycknivåavsänkning i brunnen.
- Brunnar mer än 150 meter från tunnlar bedöms få ingen eller en liten påverkan, motsvarande 0 till 1 meter avsänkning i brunnen.

Påverkan från TBM-tunnlar kommer att vara tillfällig. En förutsedd långvarig påverkan enligt ovan bedöms kunna förekomma kring anläggningsdelar utförda med borrhning och sprängning, framför allt vid stationer och arbetstunnlar.

Risk för påverkan minskar generellt med ökat avstånd från anläggningen. Den faktiska påverkan går inte att specificera exakt på grund av bergets egenskaper. Den bedömda påverkan är konservativ utifrån erfarenheter från tidigare tunnelprojekt. Till exempel förutses det inte uppkomma en märkbar påverkan längre än 150 meter från anläggningen. Däremot är det möjligt att en energibrunn inom 50 meter från anläggningen inte registrerar någon påverkan alls.

6.5.3 Konsekvenser av nollalternativ

Nollalternativet innebär att grundvattenpåverkan och de konsekvenser för anläggningar i berg som tunnelbanan skulle ge upphov till uteblir. Däremot sker grundvattensänkning och skyddsåtgärder för andra utbyggnader enligt nollalternativet. Energibrunnar inom påverkansområdet kan därför ändå få en påverkan och konsekvenser i nollalternativet bedöms därför som små negativa.

6.5.4 Konsekvenser under bygg- och drifttid

Bergborrade dricksvattenbrunnar och energibrunnar är exempel på anläggningar som är beroende av grundvattennivån i berg. Där tunnlar går under större bergshöjder med bra bergkvalitet blir grundvattenavsänkningen generellt liten och lokal. Påverkan för en bergborrad brunn på ett visst avstånd ut från tunnellen beror på de faktiska bergförhållandena mellan tunneln och den enskilda brunnen. För en bergborrad brunn på ett visst avstånd till tunnelanläggningen blir påverkan störst om borrhålet endast har kontakt med vattenförande spricksystem längst ner i borrhålet där grundvattentrycksänkningen är störst. Generellt har ytligare berg fler sprickor än djupare berggrund så ett sådant scenario är mindre sannolikt.

Brunnar inom cirka 150 meter från planerade tunnlar bedöms få en grundvattenpåverkan i form av en viss avsänkt vattennivå i brunnen som beror bland annat på avståndet. Med planerad tunnelsträckning är det främst inom Liseberg som bergborrade brunnar kan komma att påverkas av tunnlar. Tillrinningen till berggrundvatten kommer från grundvattenmagasin i jord. Tryckpåverkan minskar snabbt med ökande avstånd från tunneln och minskar snabbast upp mot markytan. För brunnar med ett avstånd över 150 meter från planerade tunnlar och schakt är risken för påverkan liten.

I Tabell 12 redovisas generellt beräknade grundvattennivåsänkningar vid 100 meter under markytan där det finns en hydraulisk koppling mellan tunnel och aktuell punkt. Det är osannolikt att en sprickgrupp har en koppling 100 till 200 meter ut från tunnlar, vilket ger ett konservativt antagande. Den verkliga påverkan på bergborrade brunnar bedöms därför bli mindre än vad som redovisas i tabellen. För en energibrunn kan effektutbytet minska med 20 till 40 watt för varje meter avsänkning i brunnen. Älvsjö och Östbergahöjden redovisas två gånger i tabellen då spårnlinjen varierar så att den täcker in två modeller för tunneldjup.

Tabell 12. Översiktlig redovisning av bedömd påverkan på grundvattentrycknivån, 100 meter under markytan, vid olika avstånd från planerad tunnelbana.

TUNNELDJUP	OMRÅDE	AVSÄNKNING 50 METER FRÅN TUNNEL ⁸	AVSÄNKNING 150 METER FRÅN TUNNEL
30 m	Liljeholmen Älvsjö	6-10 m	1-3 m
45 m	Årstaberget Årstafältet Östbergahöjden Älvsjö	9-10 m	1-4 m
60 m	Fridhemsplan Östbergahöjden	14-16 m	2-6 m

Till största del utgörs brunnarna inom påverkansområdet av energibrunnar, troligtvis även de som i inventeringen har okänd användning. Energibrunnar medger en viss avsänkning utan att effektuttaget minskar nämnvärt. 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.

Enligt redovisning i Tabell 11 är det brunnar inom 50 meter från anläggningen som bedöms få en märkbar påverkan, vissa dock som konsekvens av byggverksamheten och inte av vattenverksamheten då tunneln går nära in på brunnen. Exempelvis kan en större bergvärmeanläggning vid Fridhemsplan, med cirka 30 brunnar inom 50 meter från arbetstunneln vid Lindhagensplan riskera betydande påverkan. Resten av brunnarna, samt flera mindre anläggningar söder om station Fridhemsplan kan få en liten till måttlig påverkan. Påverkan på vissa av dessa anläggningar kan dock temporärt bli betydande under byggtiden på grund av drivningen av spårtunnlar med TBM.

Brunnar inom 50 till 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. Sammantaget bedöms konsekvenserna därmed som måttligt negativa under byggtiden och små negativa under drifttiden.

⁸ Intervallat avser trycknivåsänkning från TBM-drivna spårtunnlar samt anläggningsdelar drivna med borrhning och sprängning.

6.6 Konsekvenser av spridning av föroreningar i grundvatten

6.6.1 Bedömningsgrund

Inom utredningsområdet finns potentiellt förorenade områden, provtagna områden utifrån markmiljö och grundvatten samt potentiellt miljöfarliga verksamheter som kan påverka grundvattenkvalitén. Vilken typ av verksamhet, och vilka förorenande ämnen som hanterats, innebär olika förutsättningar för att leda till förorenings-spridning. Aspekten behandlar risk och presenterar en bedömningsgrund i stället för bedömnings-skala.

En riskklassificeringsmodell har använts för att bedöma risken för negativ påverkan på grundvatten vid byggande och drift av den planerade tunnelbanan från de inventerade objekten. Den innebär att risken för mobilisering av föroreningar värderas i förhållande till känsliga mottagare, så som en recipient eller en bostadsmiljö. Eftersom grundvattnet i Stockholm betraktas som en teknisk resurs (inte dricksvattenresurs) för att upprätthålla markstabilitet och bevara trägrundläggning är grundvattnet inte lika känsligt för föroreningspåverkan. 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 detta har objekten delats in i tre klasser, enligt följande:

- Föroreningar som är begränsat mobila i mark och föroreningar som inte har förutsättningar att nå grundvattnet har fått klassningen ”låg risk”.
- Föroreningar som ligger på så långt avstånd från planerade anläggningar att projektet inte bedöms ge upphov till förändrade grundvattenströmningar i de områdena har fått klassningen ”låg risk”.
- De föroreningar vars mobilitet kan påverkas, men där påverkan är begränsad till en något större gradient (och därmed ökad strömningshastighet för grundvattnet) har fått klassningen ”mellanrisk”.
- De föroreningar som kan påverkas med förändrade gradienter så att föroreningar sprids till tidigare ej förorenade områden, samt föroreningar som kan läcka in i planerade anläggningar, har fått klassningen ”hög risk”.

Samtliga klassade objekt redovisas i Bilaga C8, *Föroreningar i grundvatten*.

Miljökonsekvensbeskrivningen värderar konsekvenser av objekt med medelhög och hög risk för spridning inom påverkansområdet. Objekt med låg risk för spridning finns med i indata till riskvärderingsmodellen men har inte bedömts ha någon konsekvens för spridning till grundvattnet.

6.6.2 Konsekvenser av nollalternativ

Nollalternativet innebär att grundvattenpåverkan och de konsekvenser på förorenings-spridning som tunnelbanan skulle ge upphov till uteblir. De schakter som planeras att utföras inom förorenad jord uteblir, vilket innebär att dessa föroreningar fortsatt utgör en spridningsrisk till grundvattnet. Den påverkan på förorenings-spridning som sker genom nuvarande grundvattenbortledningar i området av ledningar, ledningsgravar och dränerande

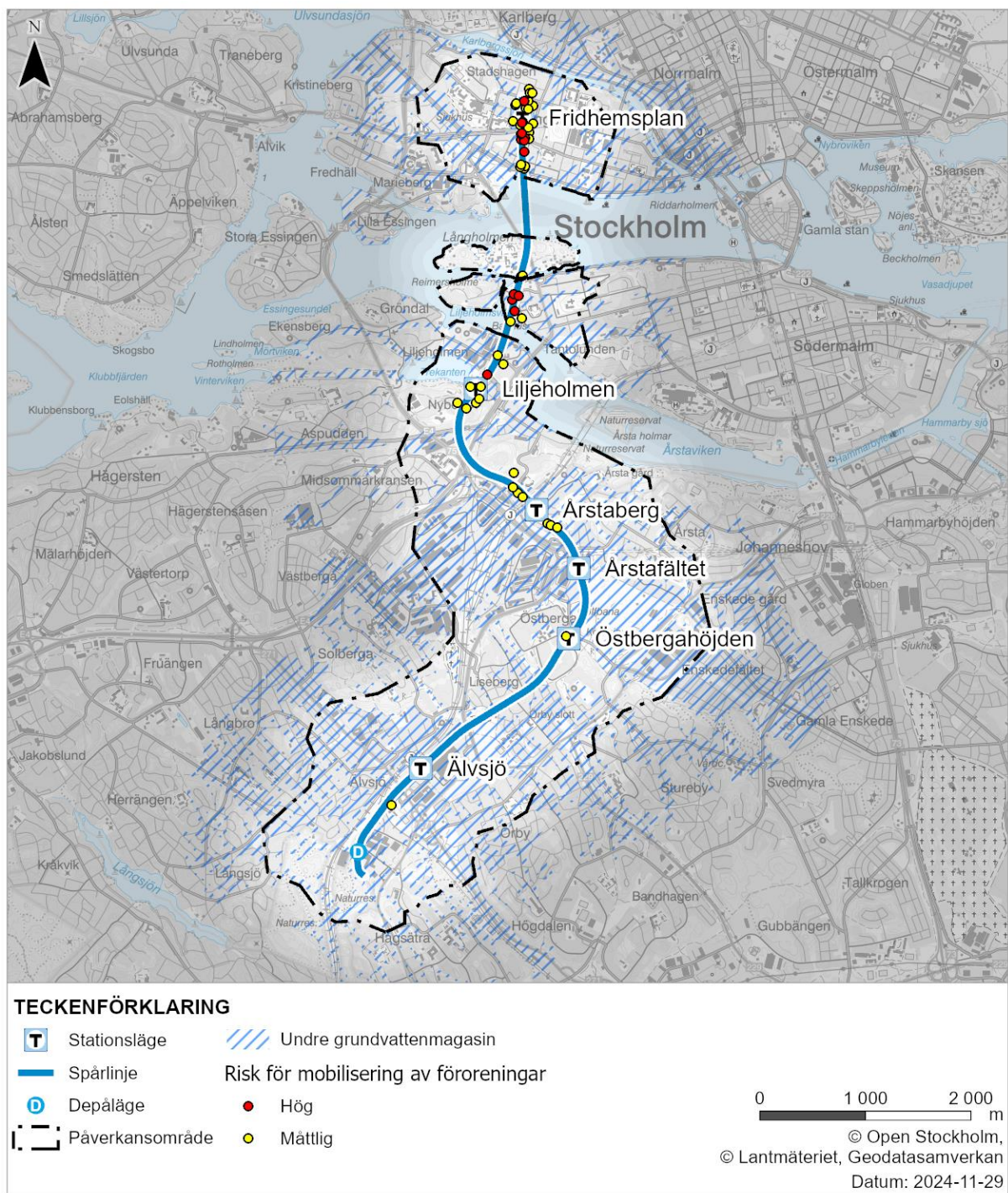
undermarksanläggningar kvarstår. Grundvattensänkning till följd av andra planerade anläggningar som genomförs inom påverkansområdet kan innebära en ökad risk för att föroreningar sprids i grundvattnet i och med ändrade flödesriktningar.

Sammantaget bedöms nollalternativet innebära små negativa konsekvenser för människors hälsa och miljön utifrån risken för föroreningsspridning i grundvatten.

6.6.3 Konsekvenser under bygg- och drifttid

Föroreningar från en verksamhet vid markytan kan spridas till grundvattnet och kan därmed påverka vattenkvaliteten både i övre och undre grundvattenmagasin beroende på föroreningarnas risk för spridning. Markens uppbyggnad har stor betydelse för förutsättningarna för en förorening att spridas eller, omvänt, hindras att spridas. Även ämnesspecifika egenskaper såsom densitet, benägenhet att kemiskt reagera och flyktighet påverkar hur en förorening sprids. För att en förorening ska spridas, är det nödvändigt att flödet genom jordskikten blir större, eller att grundvattenflödets gradient ökar avsevärt. Majoriteten av utredningsområdet består av hårdgjorda ytor av betong, asfalt eller byggnader vilket minskar grundvattenbildningen. Innan grundvatten från det övre magasinet sprids vidare ner till tunneln måste det först tränga igenom täta jordlager, så som lera, men även den bergtäckning som finns ovan tunneln. Nya spridningsvägar kan tillkomma under byggnationen då hårdgjorda ytor, lerlager och berg tas bort. Trots det innebär det att spridning av föroreningar i grundvattnet ner till en tunnel skulle ske mycket långsamt, och med tiden skulle grundvattnet också spädas ut av annat inkommande grundvatten. De föroreningshalter som eventuellt når tunneln bedöms vara mycket låga. Beroende på omgivande geologi så kan dränvatten bestå av varierande halter av metaller.

Objekt inom utredningsområdet som är klassade enligt riskvärderingsmodellen visar generellt på en tätare ansamling av objekt vid Fridhemsplan, Södermalm och Liljeholmen, se Figur 49. Den sammanvägda risken för mobilisering av föroreningar utifrån typ av förorening, halter av föroreningar och vilka verksamheter som bedrivits samt bedrivs på platsen bedöms som måttlig till hög vid denna del av tunnelbanesträckningen. För sträckan mellan Liljeholmen och Älvsjö har förhållandevis få objekt identifierats. Risken för mobilisering av föroreningar är generellt låg på den delen av sträckan, med hänsyn till föroreningstyp, föroreningshalt och vilka verksamheter som har bedrivits och bedrivs, med enstaka lokala undantag som vid Älvsjö industriområde.



Figur 49. Resultat av genomförd riskvärdering kopplat till spridning av föroreningar utifrån identifierade EBH-objekt och övriga miljöfarliga verksamheter.

PFAS har provtagits längs med hela tunnelbanesträckningen och vid Fridhemsplan och Liljeholmen har flera prover visat på halter över SGI:s preliminära riktvärde. PFAS kan spridas långväga via vatten, då det inte bryts ner fullständigt i naturen. I Stockholm påträffas PFAS nästan överallt i varierande halter. I Stockholm är grundvattnet sedan tidigare påverkat av föroreningar och grundvattnet används inte som dricksvatten. Skydd av ytvatten är därför det som bedöms utgöra den primära styrande risken för spridning av PFAS i samband med byggandet av tunnelbanan. Uppmätta PFAS-halter överskrider nivån för skydd av grundvatten i enstaka grundvattenprov.

Vid Fridhemsplan sker schakt i jord endast vid arbetstunneln och vid luft- och brandgasschakt. De förhöjda föroreningarna i grundvattnet vid Fridhemsplan förekommer i jordprofilen ovan berg. Halter som bedöms nå tunneln kommer vara betydligt lägre på grund av barriärer så som bergtäckning, tätta jordlager samt uppblandning av annat inträngande grundvatten.

På Långholmen har metaller och PAH:er påträffats i måttlig halt samtidigt som mycket höga halter av arsenik och bly påträffats, enligt SGU:s bedömningsgrunder för grundvatten. Halterna är förväntade utifrån de verksamheter, såsom verkstadsindustri, kemptvättar, grafisk industri, fordonsrelaterad- samt båtrelaterade verksamheter, som identifierats i närområdet. Sammantaget utifrån riskklassningsmodellen och uppmätta halter bedöms risken för spridning av halter i grundvatten som måttlig till hög.

Vid Liljeholmen har klorerade alifater mätts upp i mycket hög halt (riskklass 5, SGU) i en provtagningspunkt. Påträffad förorening ligger cirka 150 meter från tunnelbanelinjen och närmare linjen är halterna betydligt lägre, vilket tyder på en potentiell föroreningskälla längre från tunnelbanesträckningen. Det påträffas också höga föroreningshalter i jord av bland annat PAH:er och tungmetaller. Föroreningar i jord kommer hanteras och tas om hand i de områden där det är planerade schaktarbeten som stationsuppgångar.

Vid Årstaberget bedöms den sammanvägda risken för spridning av förorenande halter i grundvatten som låg till måttlig, trots måttlig risk med avseende på verksamheter i området. Bedömningen baseras på provtagningsresultat av grundvattnet som generellt visat på låga till måttliga halter för de flesta ämnen även om högre halter av bly, nickel, kadmium och bensen även påvisats i ett par punkter.

Vid Årstafältet bedöms den sammanvägda risken för spridning av halter i grundvatten som måttlig till hög, då enstaka provpunkter i grundvattnet uppvisar hög halt av bland annat bly, arsenik, bensen och PAH:er.

I Östberghöjden bedöms den sammanvägda risken för spridning av halter i grundvatten som måttlig, då det främst är förhöjda nivåer av tungmetaller som påvisats i grundvattnet.

Vid Älvsjö stationsområde samt depå visar undersökning på förekomst av förhöjda föroreningsnivåer av främst tungmetaller i jord. Grundvattnet uppvisar låga föroreningshalter i stationsområdet medan det vid depåområdet har påvisats höga halter av tungmetaller och vid Älvsjö IP:s grusplan påvisats PAH:er i nivå för mycket hög halt. Utifrån hittills erhållna resultat samt utifrån verksamheter kopplade till området bedöms det föreligga måttlig till hög risk för spridning av föroreningar vid schaktning och bergsprängning i området.

Samttaget föreligger behov av rening och kompletterande provtagning av länshållningsvatten i samband med byggnationen. Reningen anpassas utifrån de föroreningar som dränvattnet innehåller och utgår som grund från sedimentering och oljeavskiljning.

Den huvudsakliga risken för mobilisering av föroreningar under byggtiden orsakas av den ökade grundvattenströmningen mot anläggningen, utan skyddsinfiltration. Risken kan motverkas genom åtgärder som minskar grundvattensänkning, så som tätning av tunnlar och infiltration av vatten för att upprätthålla grundvattennivåer. Skyddsinfiltration bedöms inte ändra den generella grundvattenströmningen i ett grundvattenmagasin något avsevärt.

Vid Fridhemsplan, Södermalm, Liljeholmen och Älvsjö bedöms konsekvensen avseende föroreningsspridning som små till måttligt negativ. På resterande sträcka vid Årstaberget, Årstafältet och Östberghöjden bedöms konsekvenserna avseende föroreningsspridning som små negativa.

Med planerad skyddsinfiltration som skyddsåtgärd bedöms grundvattennivåsänkningens effekt på föroreningsspridningen som liten och de sammanvägda konsekvenserna avseende föroreningsspridning under byggtiden som små negativa.

Förorenad jord som schaktas vid byggande av övermarksanläggningar (såsom stationsuppgångar och stationsentréer) tas omhand under byggtiden genom att transporteras till godkänd mottagningsanläggning. Följden blir att föroreningsmängden inom aktuellt schaktområde är mindre under drifttiden än i nollalternativet. Under drifttiden är tunnelbanans anläggning relativt tät och med planerad infiltration bedöms den inte ge upphov till sådan grundvattennivåsänkning att grundvattenströmningen väsentligen ändras. Därmed bedöms grundvattennivåsänkningens effekt på föroreningsspridningen som obetydlig och konsekvensen avseende förorenings spridning som små positiva under drifttiden.

6.7 Konsekvenser för naturmiljö grundvattenpåverkan

6.7.1 Bedömningsskala

Bedömningsskala värden

- **Låga värden:** Områden som saknar biotopkvaliteter med betydelse för biologisk mångfald.
- **Måttliga värden:** Områden med naturvärdesklass 3 och 4 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.

Bedömningskala effekter

- **Stora negativa effekter** uppstår till exempel när viktiga ekologiska samband bryts eller när artmångfalden minskar kraftigt. De ekologiska förutsättningarna i berört område förstörs helt.
- **Måttliga 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.
- **Måttliga 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 i berört område förbättras i hög grad.

6.7.2 Känsliga objekt/områden

Träd och markvegetation längs den planerade sträckningen av tunnelbanan och depån utgör främst biotoper som utnyttjar markvattnet i jordlagren, som fylls på av nederbörd och snösmältning. Markvattenberoende biotoper bedöms inte vara känsliga mot grundvattenpåverkan. Flera faktorer såsom grundvattenytans nivå och fluktuationer, jordmån, artsammansättning med mera har betydelse om träd och vegetation är grundvattenberoende, samt hur de påverkas av en grundvattensänkning.

De inventeringar som utförts har inte identifierat några känsliga objekt så som lekmiljöer för groddjur eller naturvärdesobjekt med höga värden som bedöms vara känsliga för grundvattensänkning. Ormkärrsdammen och de småvatten som påträffats inom höjdområdet i Hagsåtraskogen bedöms inte vara grundvattenberoende. Ett naturvärdesobjekt med påtagligt värde har identifierats inom påverkansområdet, söder om Brännkyrka kyrka. Det går inte att utesluta att vegetation inom objektet inte är grundvattenberoende.

6.7.3 Konsekvenser av nollalternativ

Nollalternativet innebär att grundvattenpåverkan och de konsekvenser på naturmiljön som tunnelbanan skulle ge upphov till uteblir. Påverkan som sker genom nuvarande grundvattenbortledning i området till följd av ledningar, ledningsgravar och dränerande undermarksanläggningar kvarstår, men bedöms inte påverka naturmiljön. Detta gäller även för den planerade stadsutvecklingen som bedöms ske i mindre omfattning. Den planerade stadsutvecklingen kan komma att ha direkt påverkan på naturmiljön genom att träd avverkas. Vilken omfattning, vilka träd och andra naturvärden som kan påverkas är inte utrett.

Sammantaget bedöms ingen konsekvens för naturmiljön uppstå av nollalternativet med avseende på grundvattensänkning.

6.7.4 Konsekvenser under bygg- och drifttid

Värden kopplade till Årstaskogens och Älvsjöskogens naturreservat bedöms inte påverkas av tunnelbaneutbyggnaden. Söder om Brännkyrka kyrka finns en gräsmarksbiotop som utgör ett naturvärdesobjekt med påtagligt naturvärde. Inom objektet förekommer blommande örter, buskar och små vattenmiljöer. Det går inte att utesluta att vegetation och småvatten inom objektet inte är grundvattenberoende. De små vattenmiljöerna, buskar och övrigt förekommande örter och gräs inom naturvärdesobjektet kan komma att påverkas om förhållandena blir något torrare som följd av en grundvattensänkning under byggtiden. Påverkan med TBM är begränsad i tid och med föreslagna skyddsåtgärder bedöms inga negativa effekter för ekologiska samband eller förutsättningar uppstå. Några övriga naturvärden som skulle kunna vara känsliga för förändringar i grundvattenförhållanden bedöms inte finnas inom utredningsområdet för den naturvärdesinventering som gjorts. Inventeringen konstaterar att det saknas våtmarker och fuktiga marker där grundvattennivån har betydelse för biotopen.

Inom Hagsätraskogens naturreservat finns Ormkärssdammen som omges av en lövsumpskog. Området bedöms få sitt vatten dels från ett dike som löper i öst-västlig riktning, dels från omkringliggande höjdområden, och bedöms inte vara grundvattenberoende. Övriga områden med vatten inom höjdområdet i norra delen av naturreservatet bedöms inte heller vara grundvattenberoende, utan markvattenberoende. Det nordligaste småvattnet inom höjdområdet tangeras av tunnelschaktet för vändspårstunneln i den norra änden, men fysiskt intrång i vattenområdet kommer inte att ske. För att minimera risken för påverkan kommer dels byggstaket vid schaktet att utformas så att groddjur inte kommer in på arbetsområdet, dels kommer den nedre delen av byggstaketet att förses med vattentät markduk för att inte vatten ska rinna ner i schaktet. Omgivande mark kommer att återställas för att upprätthålla vatten på platsen efter byggtiden. Återställningen av marken vid och omkring vattenområdet ska ske i dialog med en groddjursspecialist.

Vid naturvärdesinventeringen i början av juni 2024 var samtliga vattenområden inom höjdområdet nästintill uttorkade. Det bedöms därmed att de redan i nuläget riskerar att naturligt torka ut vid utebliven nederbörd. Grundvattenrören som installerades i höjdområdet var torra vid mättillfällena under sommaren 2024.

Sammantaget bedöms ingen konsekvens för naturmiljön uppstå av grundvattensänkningen under bygg- och drifttiden.

6.8 Konsekvenser för kulturmiljö – grundvattenpåverkan

6.8.1 Bedömningskala

Bedömningskala 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.

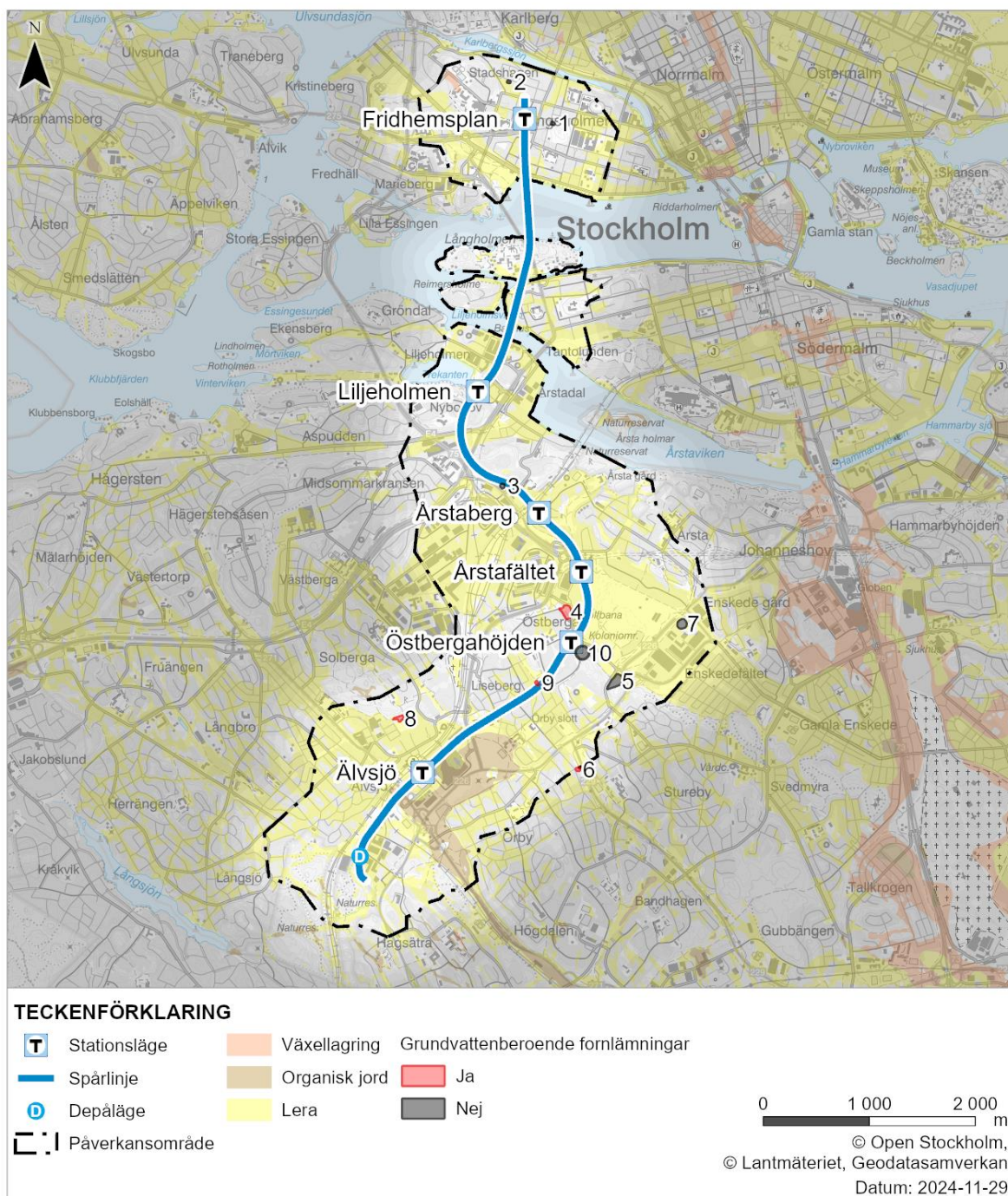
Bedömningskala effekter

- **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.
- **Måttliga 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.

6.8.2 Känsliga objekt/områden

Fornlämningar och övriga kulturhistoriska lämningar som är känsliga för förändringar av grundvattenförhållanden bedöms finnas inom påverkansområdet och redovisas i Figur 50. Bedömningen grundar sig på lämningstypernas bedömda känslighet för förändringar av grundvattnet, utifrån deras potential till innehåll av organiskt material, som exempelvis trä eller ben. Det organiska materialet bryts ner vid kontakt med syre och den naturliga nedbrytningstakten kan accelerera genom ökad genomströmning av syreförande vatten men också av grundvattensänknings. Lämningar som inte bedöms vara känsliga, som är undersökta och borttagna eller förstörda är inte aktuella. Även lämningar som ligger under vatten, exempelvis skeppsvrak (fartygslämningar), har valts bort då dessa inte påverkas av grundvattenförändringar.

I ett tidigt skede bedömdes totalt tio fornlämningar och övriga kulturhistoriska lämningar inom påverkansområdet vara potentiellt känsliga för grundvattenförändringar, se Figur 50 och Tabell 13. Av dessa har det i senare skede bedömts vara fyra som fortsatt är känsliga för grundvattenförändringar, se Tabell 13. Dessa utgörs av bytomter, lägenhetsbebyggelse och torp. Utöver dessa finns inom påverkansområdet ett flertal förhistoriska gravfält och gravar i form av högar och stensättningar. Eftersom dessa ligger på väl-dränerade marker och vanligtvis inte har några djupgående anläggningar bedöms känsligheten för grundvattenförändring vara försumbar och de har inte tagits med i sammanställningen.



Figur 50. Identifierade fornlämningar och övriga kulturhistoriska lämningar inom påverkansområdet som bedöms vara känsliga för en grundvattensänkning.

Tabell 13. Beskrivning av fornlämningar och övriga kulturhistoriska lämningar inom påverkansområdet som är känsliga för en grundvattensänkning utifrån sin potential till organiskt material, som kan skadas vid ändrade syreförhållanden.

OBJEKT I KARTAN	TYP	ANTIKVARISK BEDÖMNING	KOMMENTAR	GRUNDVATTENKÄNSLIGHET (JA/NEJ)
1	Begravningsplats	Övrig kulturhistorisk lämning	Judisk kyrkogård. Grundvattenförändringar kan orsaka sättningar av gravvårdar.	Nej – Grundvattenmagasin bedöms inte finnas
2	Begravningsplats	Övrig kulturhistorisk lämning	Judisk kyrkogård.	Nej – Grundvattenytan > 4 meter under markytan
3	Bytomt/gårdstomt	Fornlämning	Berga gamla bytomt. Äldre bytomter och boplatser kan innehålla djupt liggande brunnar med artefakter och biologiskt material.	Nej – Grundvattenmagasin bedöms inte finnas
4	Bytomt/gårdstomt	Möjlig fornlämning		Ja – Undre grundvattenmagasinets gräns
5	Bytomt/gårdstomt	Fornlämning		Nej – Grundvattennivå > 2 meters djup
6	Bytomt/gårdstomt	Fornlämning		Ja
7	Bytomt/gårdstomt	Fornlämning	Bägersta gamla bytomt.	Nej – Grundvattenmagasin bedöms inte finnas
8	Bytomt/gårdstomt	Fornlämning		Ja – Undre grundvattenmagasinets gräns
9	Lägenhetsbebyggelse, torp	Möjlig fornlämning		Ja – Litet upphöjt bergsområde mellan fotbollsplan och bostadsområde, rakt ovanför tunnellini
10	Boplatser	Fornlämning	Kulturlager (punktojekt)	Nej - Inget eller djupt (> 3 meter) liggande grundvattenmagasin

6.8.3 Konsekvenser av nollalternativ

I nollalternativet uteblir den grundvattenpåverkan som följer tunnelbaneutbyggnaden. Däremot bedöms andra infrastrukturprojekt genomföras under mark inom påverkansområdet som eventuellt skulle kunna ha påverkan på vissa av de identifierade fornlämningarna och övriga kulturhistoriska lämningarna som redovisas i Figur 50. Sammantaget bedöms nollalternativet innebära inga till små negativa konsekvenser.

6.8.4 Konsekvenser under bygg- och drifttid

Vid utbyggnaden av tunnelbanan kan fornlämningar och övriga kulturhistoriska lämningar komma att påverkas av en grundvattenavsänkning. Förändringar i grundvattennivåer i grundvattenmagasin kan medföra att eventuella fornlämningar med organiskt material kommer i kontakt med syre och utsätts för en ökad nedbrytning av materialet. Fyra av de tio fornlämningar och övriga kulturhistoriska lämningar som identifierats inom påverkansområdet bedöms vara grundvattenkänsliga med hänsyn till det undre grundvattenmagasinet. Påverkan på dessa bedöms generellt vara liten. Det bedöms inte finnas några specifika skyddsåtgärder för enskilda fornlämningar för att minimera riskerna för skada. Dock kommer de infiltrationsåtgärder som genomförs för att motverka skada på byggnader och anläggningar av en grundvattennivåsänkning vid Årstafältet, Östbergahöjden och Liseberg, även minska påverkan på fornlämningar. Den sammantagna bedömningen är således att projektet innebär små negativa konsekvenser för fornlämningar och övriga kulturhistoriska lämningar med avseende på grundvattenpåverkan under bygg- och drifttiden.

6.9 Konsekvenser för naturmiljö – utsläpp av vatten

6.9.1 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 försämras.
- **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.

6.9.2 Känsliga objekt/områden

Under bygg- och drifttiden kommer utsläpp av vatten från tunnelbaneprojektet att ske till identifierade ytvattenförekomster. Bedömningar hur projektet påverkar recipienternas ekologiska och kemiska status samt möjlighet att uppnå miljö kvalitetsnormer redovisas mer ingående i Bilaga B1, *Miljö kvalitetsnormer för ytvatten*

Av de fem ytvattenförekomsterna som identifierats som möjliga recipienter bedöms Fiskarfjärden, Riddarfjärden och Årstaviken bli direkt påverkade. Det går inte att utesluta att även Trekanten berörs under byggtiden.

Länshållningsvatten från TBM leds till Fiskarfjärden och Årstaviken under byggtiden efter rening i lokal reningsanläggning och under drifttiden avleds dagvatten till recipienterna. Riddarfjärden

berörs genom att inläckande vatten till tunnarna under drifttiden slutligen leds dit. Under drifttiden renas dränvatten i VA-station innan utsläpp till Riddarfjärden. Vattnet förväntas innehålla motsvarande halter som uppstår vid normal drift av tunnelbana vilket kan liknas vid de halter som inläckande grundvatten har.

Etableringsytan i Liljeholmen ligger inom Trekantens avrinningsområde, varför det inte går att utesluta att dagvatten kommer att avledas till sjön under byggtiden då anslutning sker till dagvattennätet med utlopp i Trekanten. Under drifttiden sker ingen avledning till Trekanten utan dagvatten avleds via ledningsnät till Årstaviken.

Länshållningsvatten, som uppstår via borra-sprängmetoden och som leds till spillvattennätet via reningsverk, hamnar till slut i Strömmen. Strömmen anses därför inte vara direkt berörd och bedöms inte påverkas mätbart av verksamheten på grund av den rening som sker i reningsverket.

De fyra direkt berörda ytvattenförekomsterna bedöms ha måttliga värden sett till att den ekologiska statusen bedöms vara måttlig för Fiskarfjärden och Trekanten respektive otillfredsställande för Riddarfjärden och Årstaviken. Den kemiska statusen anges som uppnår ej god för alla fyra.

6.9.3 Konsekvenser av nollalternativ

Nollalternativet innebär att det inte blir något utsläpp till recipient från tunnelbanans utbyggnad. Bortledning av grundvatten och utsläpp av länshållningsvatten till recipient kommer dock ändå ske till följd av pågående och planerade tunnelprojekt och annan stadsutveckling. Vid planläggning gäller dock att kunna visa att miljö kvalitetsnormerna för ytvatten inte riskerar att äventyras vilket ställer krav på reningsåtgärder även i dessa projekt. Föroreningsutsläpp från projekten är beroende på skillnaden mellan tidigare och framtida markanvändning och de reningsåtgärder som vidtas.

Sammantaget bedöms nollalternativet kunna innebära små negativa till små positiva konsekvenser för ytvattenförekomsternas status och möjlighet att uppnå miljö kvalitetsnormerna då utsläpp till vatten regleras enligt icke-försämringskravet.

6.9.4 Konsekvenser under bygg- och drifttid

För bedömning av påverkan på ytvattenförekomsterna har beräkningar utförts av förväntat haltbidrag av föroreningar, vilket sedan jämförts mot gränsvärden för prioriterade ämnen och bedömningsgrunder för särskilda förorenande ämnen (SFÄ) listade i HVMFS 2019:25. Utifrån beräkningarna bedöms bortledning av vatten från projektet under byggtiden leda till en marginell ökning av analyserade ämnen för samtliga aktuella recipienter. Haltbidraget bedöms dock inte innebära att gränsvärdena enligt HVMFS 2019:25 överskrids för någon av recipienterna som följd av tunnelbaneprojektet, förutom för PFOS där gränsvärdet redan i nuläget överskrids i samtliga fyra recipienter samt arsenik för Trekanten.

Tunnelbaneprojektet bidrar inte till någon tillförsel av PFOS men verksamheten bedöms medföra att befintlig förekomst av PFOS i grundvattnet når recipienterna. Det ökade haltbidraget av PFOS under bygg- och drifttid bedöms inte vara mätbart för att kunna detektera skillnader jämfört med nuläget. Det tillskott av PFOS som sker härstammar i stort från grundvattnet som efter en tid ändå riskerar att nå dessa ytvattenförekomster. Det utgående vattnet från verksamheten beräknas innehålla lägre halter än vad som förekommer i Mälarens ytvatten och beräknas även underskrida gränsvärdena enligt HVMFS 2019:25. Därmed bedöms verksamheten vara tillåtlig.

Under bygg- och drifttiden förväntas minimal påverkan på Årstaviken och Riddarfjärden då haltbidraget är marginellt efter rening, likaså gäller för Fiskarfjärden under byggtiden. För Trekanten bedöms även haltbidraget av arsenik innebära ett marginellt överskridande av

gränsvärdet under byggtiden. Parametern är dock inte klassificerad för ytvattenförekomsten och bedömda halter bygger på beräkningar där schablonhalter för befintlig och framtida markanvändning visar på samma utgående halt. Arbeten under byggtiden beräknas medföra haltbidrag som underskrider bedömningsgrunder enligt HVMFS 2019:25 varför verksamheten bedöms som tillåtlig.

Under drifttiden av depån bedöms en mindre belastning uppstå på Fiskarfjärden än i nuläget, dels på grund av de reningsåtgärder som planeras som förbättrar föroreningsituationen, dels då förorenade massor schaktas bort och ersätts med makadam samt att brunnar med reningsfunktion kommer att anläggas. Den framtida dagvattenhanteringen utgör mindre belastning på Fiskarfjärden och bedöms således innebära förbättrade möjligheter för recipienten att uppnå miljö kvalitetsnormerna.

Vidare bedöms inte några försämringar ske på kvalitetsfaktornivå för någon av de beräknade parametrarna, varken prioriterade ämnen för kemisk status eller särskilt förorenade ämnen för ekologisk status, för någon av recipienterna. Detta då reningsåtgärder kommer att vidtas om sådant behov föreligger. Påverkan bedöms inte ske för vare sig status eller miljö kvalitetsnormer för de fysikalisk-kemiska kvalitetsfaktorerna, prioriterade ämnen eller de biologiska kvalitetsfaktorerna. Projektet anses därmed som tillåtlig enligt 5 kap. 4 § miljöbalken.

Den sammantagna bedömningen är att projektet antas innebära små negativa konsekvenser för naturmiljön med avseende på utsläpp av vatten under bygg- och drifttiden.

7 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 framför allt om buller, stomljud och vibrationsstörningar, men även om transporter. Dessa störningar beskrivs i nedanstående kapitel.

7.1 Buller och stomljud

Under byggtiden uppkommer störningar i form av luftburet buller och stomljud från olika arbeten. Störningarna kommer att variera i tid och styrka beroende på vilka arbeten som är aktuella. Vid drivning av spårtunnlarna förflyttas störningarna med fronten av TBM och berör därmed olika områden under byggtiden.

Konsekvenser: Buller och stomljud

- Tunneldrivning i den aktuella omfattningen kommer att påverka 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.
- Tunneldrivning med borrning och sprängning genererar lägre stomljudsnivåer än med drivning med tunnelborrmaskin. Däremot är tiden för störning kortare med tunnelborrmaskin eftersom drivningen går snabbare.
- En rad skyddsåtgärder och andra försiktighetsmått kommer att vidtas för att minimera risken för störande buller under byggtiden. Byggbullernivåerna från luftburet buller kan påverkas genom exempelvis val av arbetsmetoder och utrustning, lokala skärmar och arbetstider. Störningar från stomljud kan endast begränsas genom reglering av den tid stomljudsalstrande arbeten utförs.

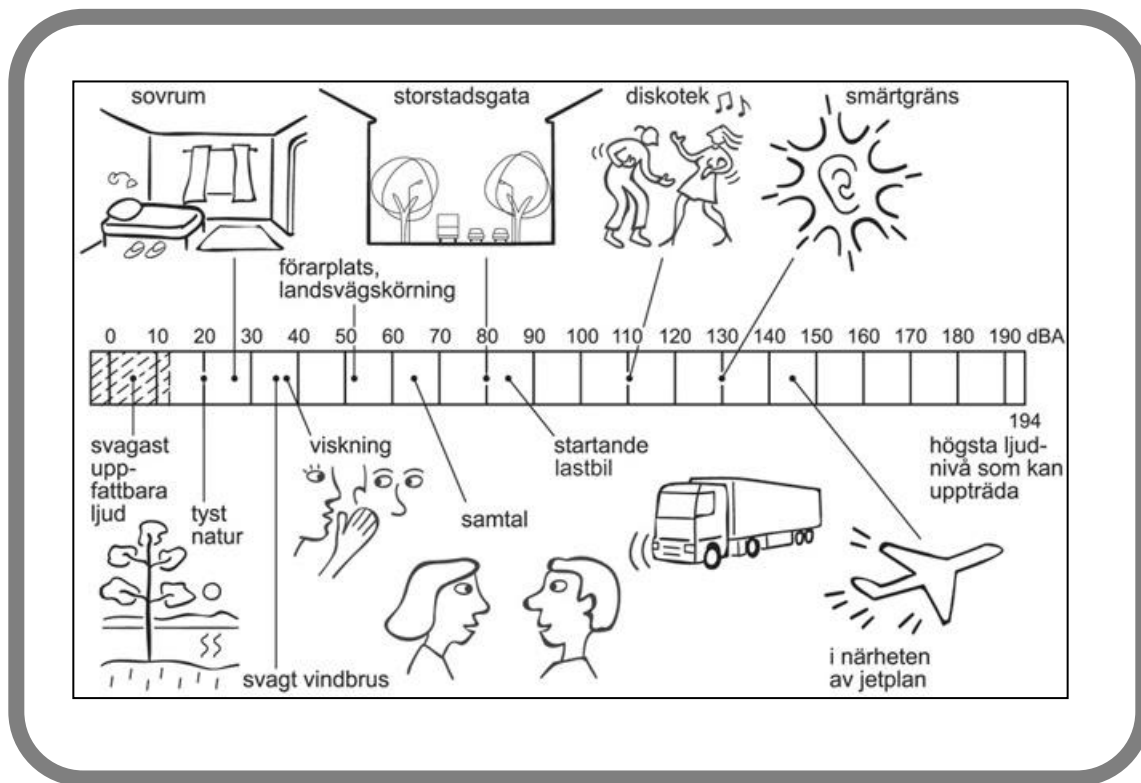
7.1.1 Allmänt om buller

Upplevelsen om vad som är buller varierar beroende på vem som hör det, typen av ljud, plats, situation, tid på dygnet, ljudnivå och varaktighet. En definition är att buller är oönskat ljud som påverkar hälsa och livskvalitet. Exponering av buller kan medföra negativa hälsoeffekter som exempelvis sömnstörningar och koncentrationssvårigheter. Långvarig exponering för buller kan öka risken för exempelvis högt blodtryck, stress och hjärt- och kärlsjukdomar.

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).

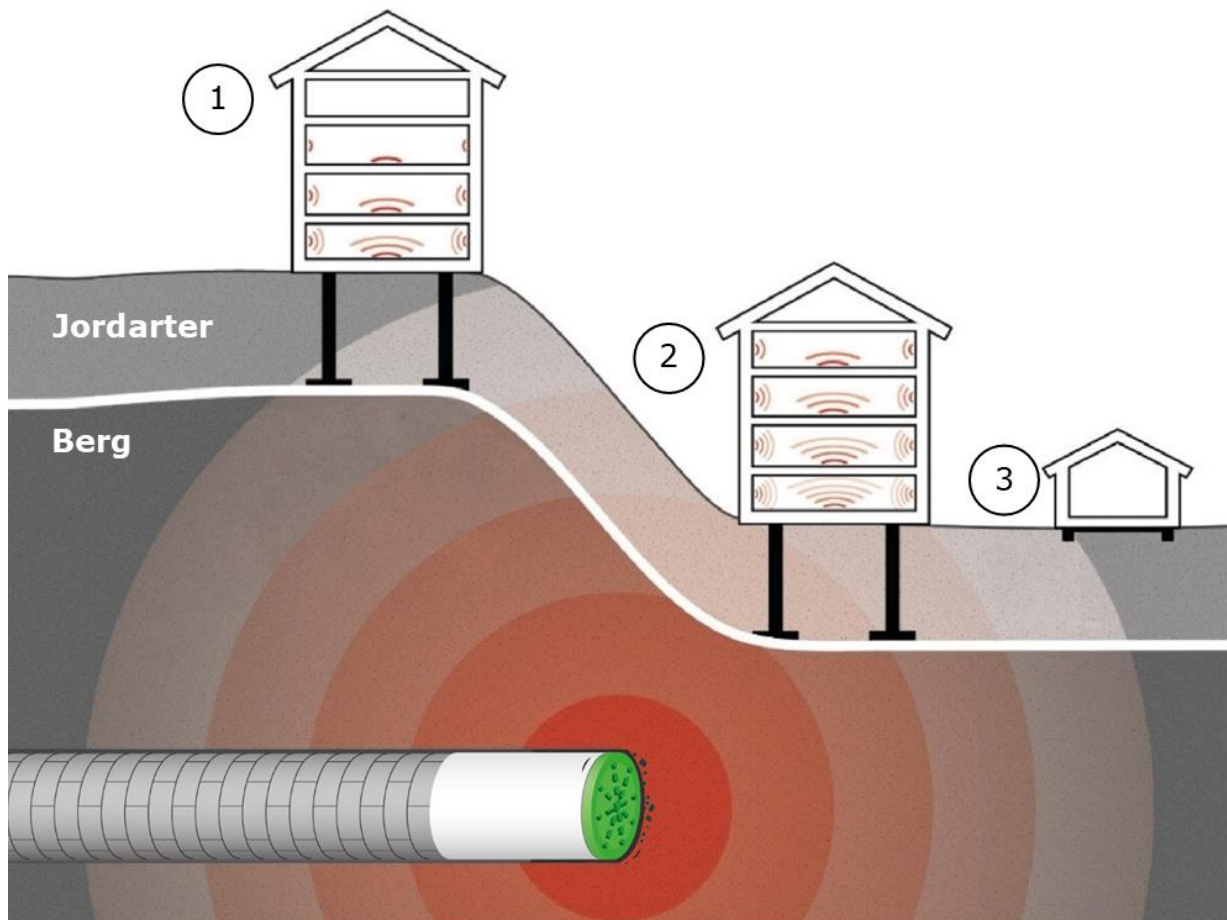
För att ge en viss uppfattning om vad olika ljudnivåer innebär ges exempel i Figur 51 på ljudnivåer i olika miljöer och verksamheter.



Figur 51. Illustration av ljudnivåer (Boverket).

Med luftburet buller 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 eller cykel för byggaktiviteter med intermittent buller, såsom pålning, spontning eller borrning. 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 annan som bullrar mindre eller sätta på en ljuddämpare. Ljudkällan kan byggas in eller skärmas med en bullerskyddsskärm. Det kan också vara att välja en tystare arbetsmetod.

Stomljud uppstår vid borrning i berg genom att vibrationer fortplantas i fasta material så som berg, genom en byggnadsstomme, för att sedan som luftljud nå en mottagares öra. Stomljud uppstår vid drivning med TBM samt för arbetsmomenten borra-spräng samt skrotning (bergrensning) av bergväggar och tak. Påverkan blir störst då avståndet till byggnader är som minst. 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, se Figur 52.



Figur 52. Principiell illustration över kopplingen mellan tunneldrivning med TBM och stomljud. Om en byggnad via sin grundläggning har direktkontakt med berget finns risk för stomljud i bostaden. Se faktaruta för vidare förklaring av grundläggningsexempel nummerade 1, 2 och 3.

Grundläggningsexempel för byggnader och kopplingen till stomljud

1. I byggnader på långa avstånd från tunneldrivningen blir stomljudsnivån lägre, även om byggnaden är grundlagd på berg.
2. I byggnader på korta avstånd från tunneldrivningen kan stomljud uppstå om byggnaden är grundlagd på berg.
3. Om byggnaden är grundlagd på jord (morän eller andra jordarter) är risk för stomljud i bostaden liten.

7.1.2 Bedömningskala

Bedömningskala 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.

Bedömningskala effekter

I nedanstående skala används begreppen låga och höga ljudnivåer 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 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.

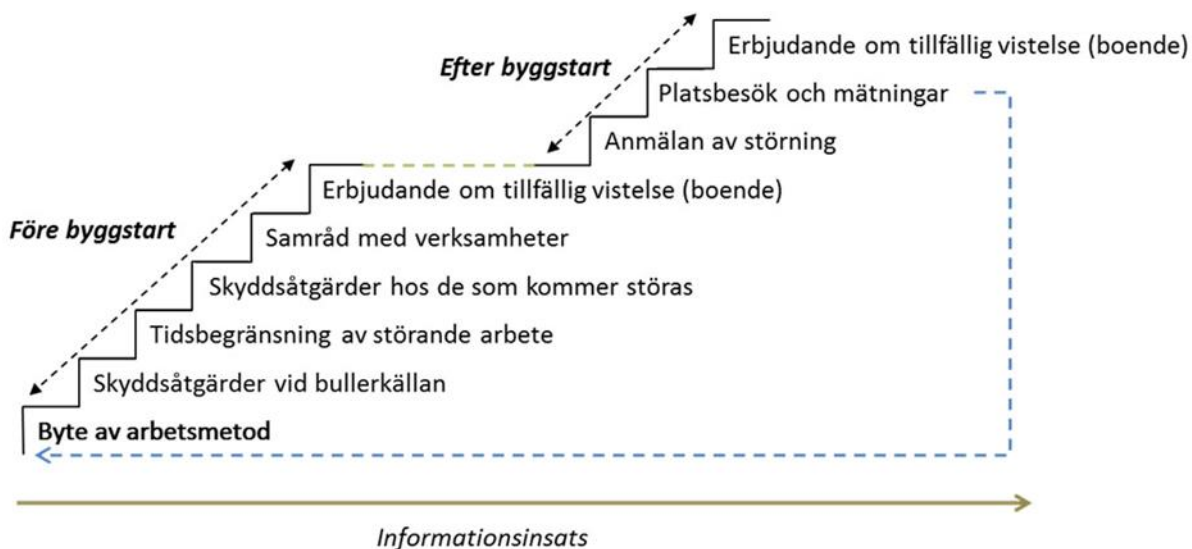
- **Stora negativa effekter** uppstår om projektet orsakar höga ljudnivåer under längre tid.
- **Måttligt negativa effekter** uppstår om projektet genererar höga ljudnivåer under begränsad tid.
- **Små negativa effekter** uppstår när projektet genererar låga ljudnivåer.
- **Små positiva effekter** uppstår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

7.1.3 Hantering av risker för bullerstörningar

För de bullerstörningar som uppkommer under byggtiden har en åtgärdsstrategi tagits fram, vilken illustreras i Figur 53. Region Stockholm jobbar redan på detta sätt i pågående tunnelbaneprojekt. Se även Bilaga B2, *Åtgärdsplan för buller och stomljud under byggtiden*.

Hantering av bullerstörningarna sker i första hand genom att vidta åtgärderna i trappans understa del innan byggtiden startat.

Inom arbetet med skyddsåtgärder för hantering av bullerstörningar lägger Region Stockholm 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.



Figur 53. Åtgärdsstrappan visar hur Region Stockholm hanterar bullerstörningar.

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 anpassas till mindre störningskänslig tid. Skyddsåtgärder kommer även begränsa påverkan på naturmiljöer så att störningar för exempelvis fåglar, fladdermöss och insekter minskar.

Region Stockholm 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. Det kommer att ske när andra 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.

Verksamheter som förväntas få bullernivåer över gällande riktvärden hanteras enligt Regionens åtgärdsstrategi för buller. Innan byggstart planeras möten med näringsidkare för att diskutera samordning mellan tunnelbanans bullrande arbeten och verksamheten. Syftet med mötena är minimera skadan, som bygget kan orsaka verksamheten genom att parterna har vetskap om varandras verksamheter. Om bygget ändå orsakar till exempel rörelseskada kan det bli aktuellt att ersätta näringsidkarna. Motsvarande möten kommer att hållas med representanter för övriga känsliga verksamheter såsom kyrkor, vård, undervisning och liknande. Mötena kommer främst att ske med företag vars verksamhet är särskilt känslig för buller och stömljud.

7.1.4 Luftburet buller

7.1.4.1 Konsekvenser nollalternativ

Nollalternativet innebär att det inte sker någon utbyggnad av tunnelbanan och därmed uppkommer inget byggbuller till följd av byggandet av tunnelbanan till Älvsjö. Luftburet byggbuller kan även förekomma under perioder utmed planerad spårlinje orsakade av arbeten i samband med bostadsbyggande. Buller från bostadsbyggande förutsätts uppkomma vid Liljeholmen, Årstafältet, Östberga och Älvsjö. Nollalternativet innebär små till måttligt negativa konsekvenser.

7.1.4.2 Konsekvenser under byggtiden

Luftburet ljud uppstår vid arbeten ovan mark och kommer att variera under tiden som etableringsytorna används beroende på typ av arbeten som pågår. De moment som genererar de högsta ljudnivåerna är spontning, följt av borrhning i ytnära berg och lastning av bergmassor. Även sprängning ger höga bullernivåer, men mycket kortvarigt.

I Tabell 14 redovisas Naturvårdsverkets riktvärden för buller från byggarbetsplatser. Riktvärdena ger en information om vilka bullernivåer som kan påverka människor som bor och arbetar nära tunnelbanebygget.

Tabell 14. Riktvärden för luftburet buller från byggplatser i Naturvårdsverkets allmänna råd om buller från byggplatser (NFS 2004:15).

OMRÅDE	HELGFRI MÅ-FRE		LÖR, SÖN OCH HELGDAG		SAMTLIGA DAGAR	
	Dag 07-19	Kväll 19-22	Dag 07-19	Kväll 19-22	Natt 22-07	
	LA _{eq}	LA _{eq}	LA _{eq}	LA _{eq}	LA _{eq}	LA _{Fmax}
Bostäder för permanent boende och fritidshus						
Utomhus	60 dBA	50 dBA	50 dBA	45 dBA	45 dBA	70 dBA
Inomhus	45 dBA	35 dBA	35 dBA	30 dBA	30 dBA	45 dBA
Vårdlokaler						
Utomhus	60 dBA	50 dBA	50 dBA	45 dBA	45 dBA	-
Inomhus	45 dBA	35 dBA	35 dBA	30 dBA	30 dBA	45 dBA
Undervisningslokaler						
Utomhus	60 dBA	-	-	-	-	-
Inomhus	40 dBA	-	-	-	-	-
Arbetslokaler för tyst verksamhet						
Utomhus	70 dBA	-	-	-	-	-
Inomhus	45 dBA	-	-	-	-	-

Bullerberäkningar som ligger till grund för det som visas i kartorna baseras på det arbetsmoment av samtliga bullrande arbetsmoment, som ger den högsta möjliga ljudnivån. Metod och antaganden beskrivs under respektive rubrik nedan. Vid etableringsområdesgräns kommer ett byggstaket att sättas upp med höjd 2,6 meter, liknande det som tagits fram i pågående tunnelbaneprojekt. Byggstaketet har en funktion som en bullerskyddsskärm vilket antagits som en beräkningsförutsättning och i beräkningarna modellerats som en akustiskt tät skärm som placerats i etableringsområdesgräns. Bullerberäkningar har därefter genomförts för de olika

etableringsytorna för att bedöma störningarna dessa genererar och ligger till grund för arbetet med övriga bullerdämpande åtgärder och vidare hantering.

Spontning, pålning och sprängning

Bullerpåverkan för närboende blir stora vid planerade sänkschakt då stationslägena är belägna i närheten av bebyggda områden. Arbeten med spontning och sekantpålning för sänkschakt vid Årstafältet kommer generera luftburet buller periodvis under cirka 11 månaders tid av den totala byggtiden för stationen som är längre. Vid sänkschaktet vid Östbergahöjden planeras begränsad spontning. Andra bullrande arbeten ovan jord så som borrning och bergschaktning sker periodvis under cirka två månaders tid av den totala byggtiden för stationen. Även spontningsarbeten för startgropen av TBM och depå i Älvsjö genererar luftburet buller där spontning uppskattas ske periodvis under cirka sex månaders tid. Antaganden har gjorts om att spontning sker över hela etableringsytan och i den mest ogynnsamma positionen för varje mottagare. Det innebär att den högsta möjliga ljudnivån som visas i bullerkartorna inte kan inträffa för alla mottagare samtidigt. Arbetsmomentet sekantpålning förekommer på flera platser men då spontning genererar högre ljudnivåer används det arbetsmomentet för att beräkna högsta möjliga ljudnivå.

Etableringsytan vid stationsläget påverkas av buller under en kortare tid för stationer byggda med arbetstunnel än sänkschakt. Detta beror på att etableringsytorna i stationslägena inte används lika länge, eller för lika många bullrande arbetsmoment. Detta gäller för Liljeholmen, Årstaberg och Älvsjö. Vid station Älvsjö uppskattas spontning ske periodvis i upp till två månader. Vid Årstaberg förväntas spontning ske periodvis under kortare tid än en månad. Vid station Liljeholmen förväntas förberedande markarbeten med sekantpålning pågå under längre tid, periodvis under cirka nio månader.

De högsta ljudnivåerna för arbetstunnlar väntas komma från spontning alternativt borrning, eftersom dessa arbetsmoment låter ungefär lika mycket. Dock sker spontning på en högre höjd över marken vilket ger en större spridning av bullret och innebär högre ljudnivåer till omgivningen än vid borrning. Vid etableringsytorna för arbetstunnlar vid Lindhagensplan och Årstakrossen uppskattas spontning ske periodvis under cirka två månaders tid vid respektive etableringsyta.

För att beräkna ett värsta fall har därför spontning använts för att bedöma den största möjliga påverkan till omgivningen. Denna princip gäller även för etableringsytorna vid Södertäljevägen och Östbergahöjden där spontning planeras i begränsad omfattning.

Arbeten vid luftutbytesschakt och brandgasschakt förväntas pågå under en betydligt kortare tid jämfört med de större etableringsytorna vid arbetstunnlar, sänkschakt och stationer. Även här har bullerberäkningar utförts för de mest bullrande arbetsmomenten, spontning och borrning, vilket uppskattas ske periodvis under cirka en till två månaders tid vid respektive etableringsyta.

I Tabell 15 visas antal byggnader som beräknas få ekvivalenta ljudnivåer inomhus över 35 dBA och 45 dBA från spontning vid olika etableringsytorna. Beräknad ljudnivå inomhus utgår från antagandet att fasaddämpningen är 30 dB för byggbuller. Ljudnivån från sprängningar kan upplevas som högst i början vid arbeten på marknivå. Detta gäller för både sänkschakt och arbetstunnel. Ljudnivån från sprängsalvor varierar dock med mängden samverkande laddning, det vill säga mängden i varje borrhål och hur salvan tänds upp. När sprängningarna utförs längre ner i schakten eller längre in i arbetstunneln minskar luftstötvägen.

Tabell 15. Antal byggnader som beräknas få ekvivalenta ljudnivåer inomhus över 35 dBA och 45 dBA från spontning vid olika etableringsytor, även för luftutbytesschakt och brandgasschakt. Varav inom parentes visas antal berörda bostadsbyggnader.

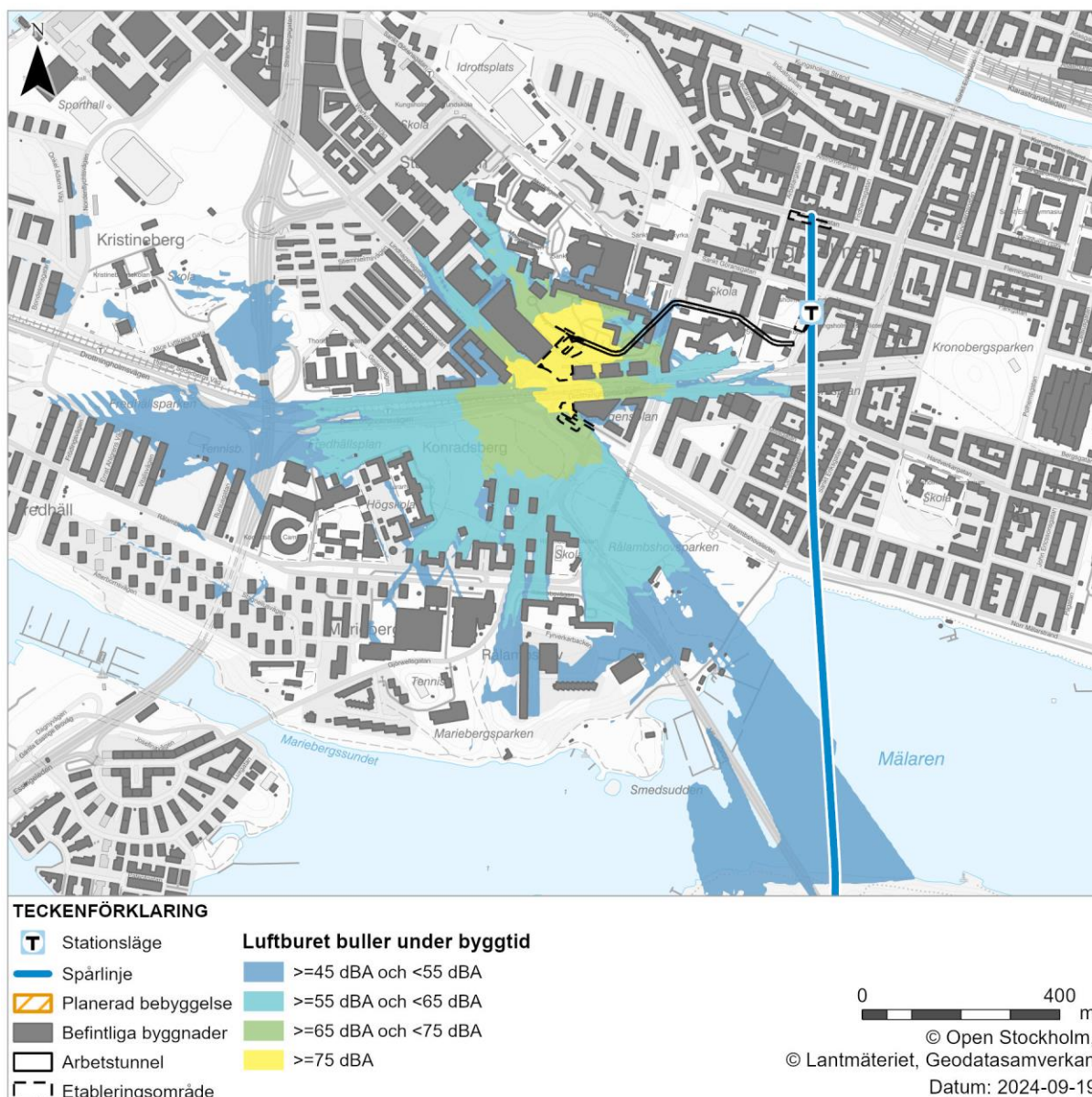
ETABLERINGSYTA VID	ANTAL BYGGNADER MED LJUDNIVÅER INOMHUS, dBA LEQ.	
	>35 dBA och ≤ 45 dBA	>45 dBA
Fleminggatan	19 (13)	9 (8)
Fridhemsgatan	12 (9)	6 (3)
Lindhagensplan	13 (6)	5 (2)
Långholmen	18 (8)	2 (0)
Liljeholmsstranden	27 (24)	2 (0)
Liljeholmen	19 (9)	7 (5)
Södertäljevägen	49 (40)	7 (7)
Hägerstensvägen	5 (3)	0
Sjöviksbacken	18 (12)	2 (1)
Årsta skolgränd	19 (14)	6 (5)
Årstaberget	30 (29)	17 (13)
Årstakrossen	4 (1)	6 (0)
Årstafältet	40 (36)	11 (11)
Östbergavägen	25 (25)	9 (9)
Östbergahöjden	52 (49)	15 (14)
Östbergabackarna	36 (34)	2 (2)
Åbyvägen	2 (0)	0
Älvsjö station	12 (6)	3 (0)
Älvsjö IP:s grusplan	34 (20)	2 (0)
Älvsjö industriområde (depå)	60 (43)	10 (0)

Arbeten med spontning har beräknats och ljudutbredning redovisas som ekvivalenta ljudnivåer utomhus som två meter över mark i Figur 54 till och med Figur 73 nedan. Ljudutbredningen

inkluderar ett 2,6 meter högt byggstaket vid etableringsområdesgräns men visas utan övriga skyddsåtgärder för samtliga kartor.

Vid byggande av tunnelbanan vid Fridhemsplan kommer arbeten pågå på flertalet etableringsområden. Området är redan idag utsatt för trafikbuller från omgivande gator och vägar. I nuläget är ekvivalenta ljudnivåer vid fasad som högst mellan 60 och 70 dBA.

Vid planerad etableringsyta för arbetstunnel vid Lindhagensplan, Kungsholmen, blir den högsta möjliga beräknade ekvivalenta ljudnivån utomhus vid fasad från spontning 96 dBA, vid en byggnad med bostäder och förskola, se Figur 54. Ljudnivåerna beräknas bli upp till 30 dBA högre än bakgrundsbullernivåerna.



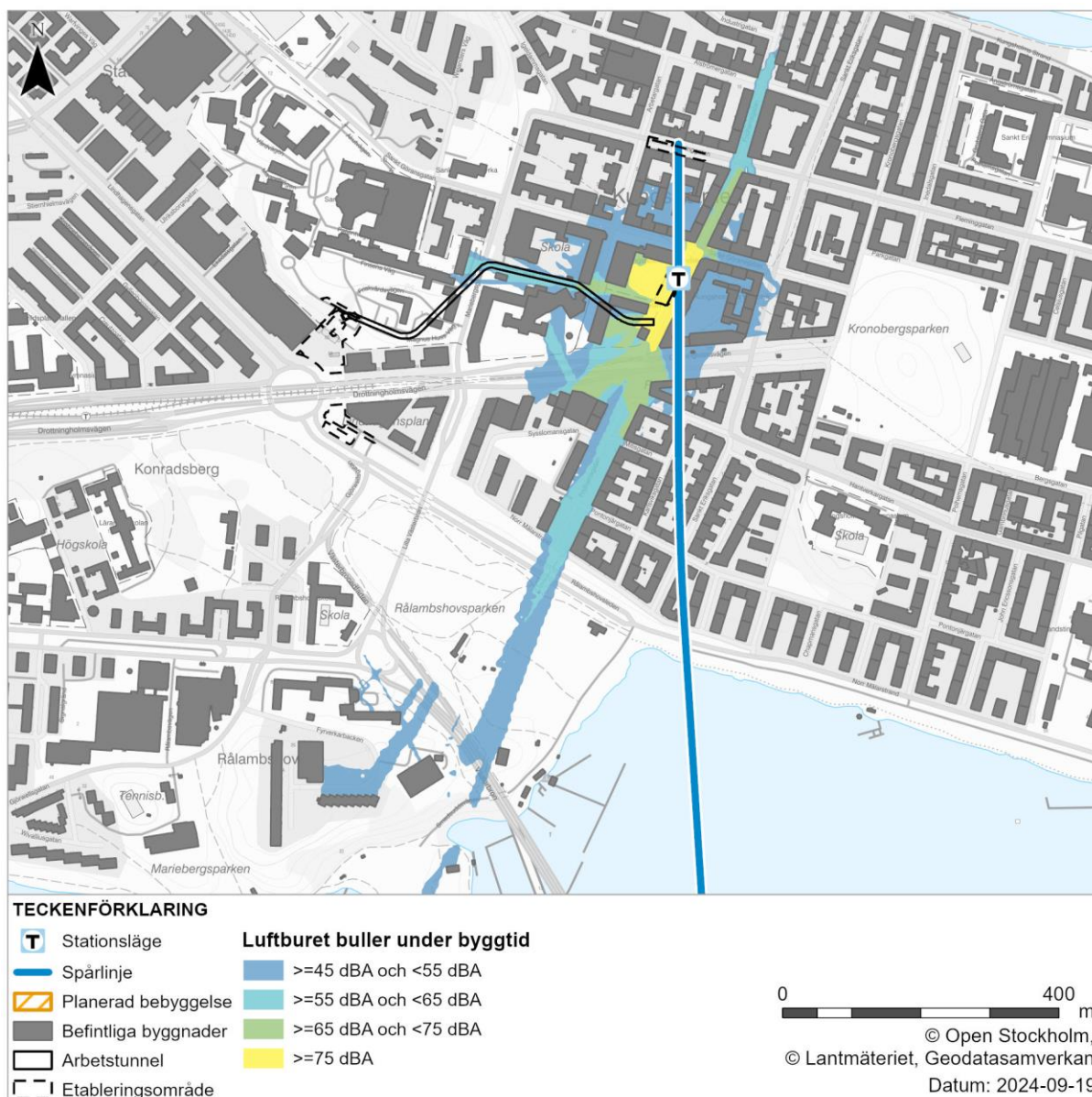
Figur 54. Ljudutbredning från spontning vid etableringsyta för arbetstunnel vid Lindhagensplan. Redovisar ekvivalent ljudnivå två meter över mark.

Vid planerat luftutbytesschakt vid Fleminggatan, Kungsholmen, blir den högsta möjliga beräknade ekvivalenta ljudnivån utomhus vid fasad från spontning 100 dBA, vid en byggnad med bostäder och förskola, se Figur 55. Ljudnivåerna är stundtals mycket höga och kan upplevas som störande men pågår under en relativt kort tid. Ljudnivåerna beräknas bli som mest 30 dBA högre än bakgrundsbullernivåerna.



Figur 55. Ljudutbredning från spontning vid etableringsyta till luftutbytesschakt Flemingsgatan. Redovisar ekvivalent ljudnivå två meter över mark.

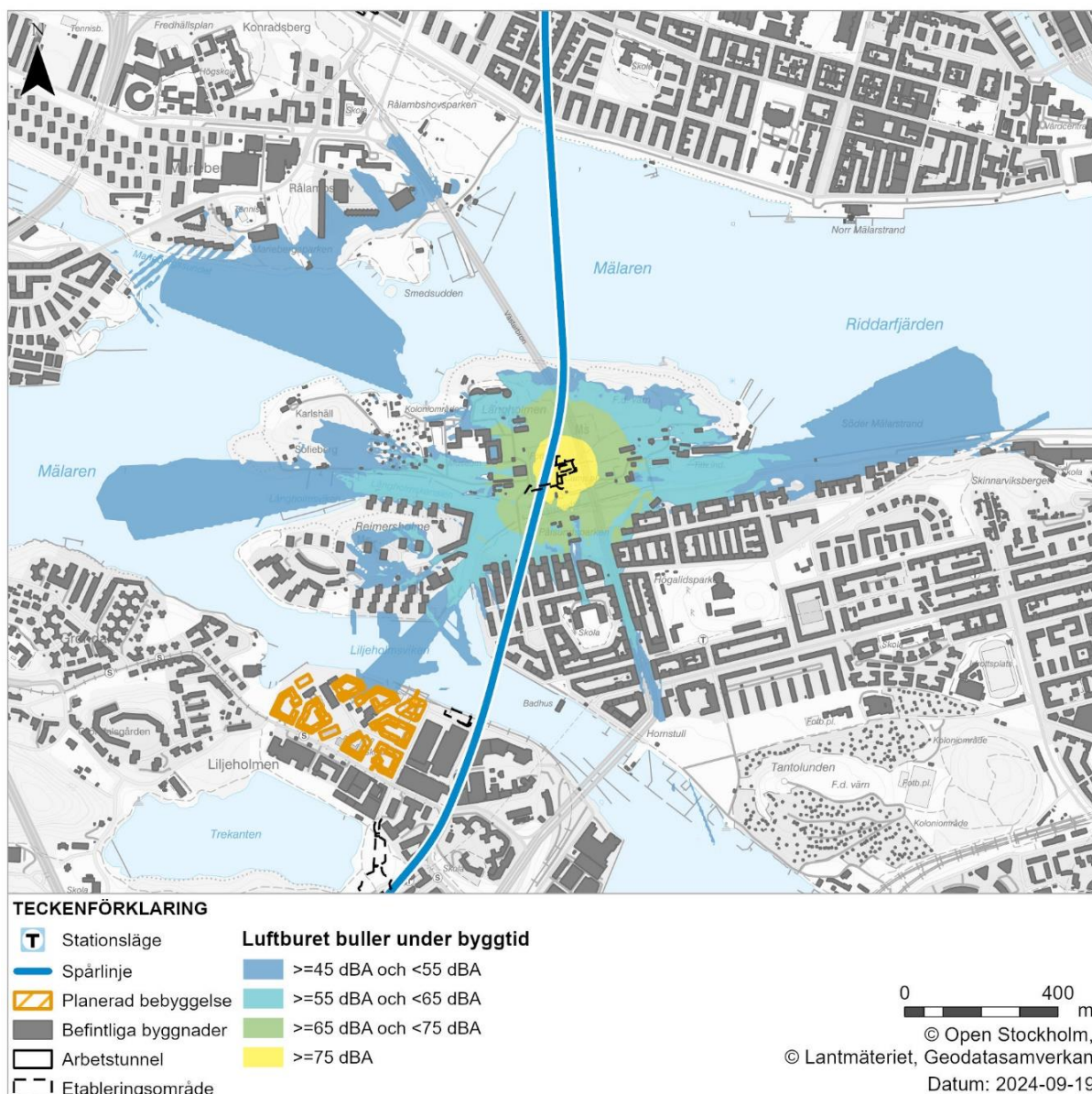
Vid planerat brandgasschakt vid Fridhemsgatan, Kungsholmen, är den högsta möjliga beräknade ekvivalenta ljudnivån utomhus vid fasad från spontning 84 dBA, vid en bostadsbyggnad, se Figur 56. Ljudnivåerna är stundtals mycket höga och kan upplevas som störande men pågår under en relativt kort tid. Ljudnivåerna beräknas bli som mest 30 dBA högre än bakgrundsbullernivåerna.



Figur 56. Ljudutbredning från spontning vid etableringsyta brandgasschakt Fridhemsgatan. Redovisar ekvivalent ljudnivå två meter över mark.

Vid Långholmen planeras en etableringsyta för en teknikbyggnad. Långholmen är redan idag utsatt för trafikbuller från omgivande vägar. I nuläget är ekvivalenta ljudnivåer vid fasad som högst mellan 50 och 60 dBA.

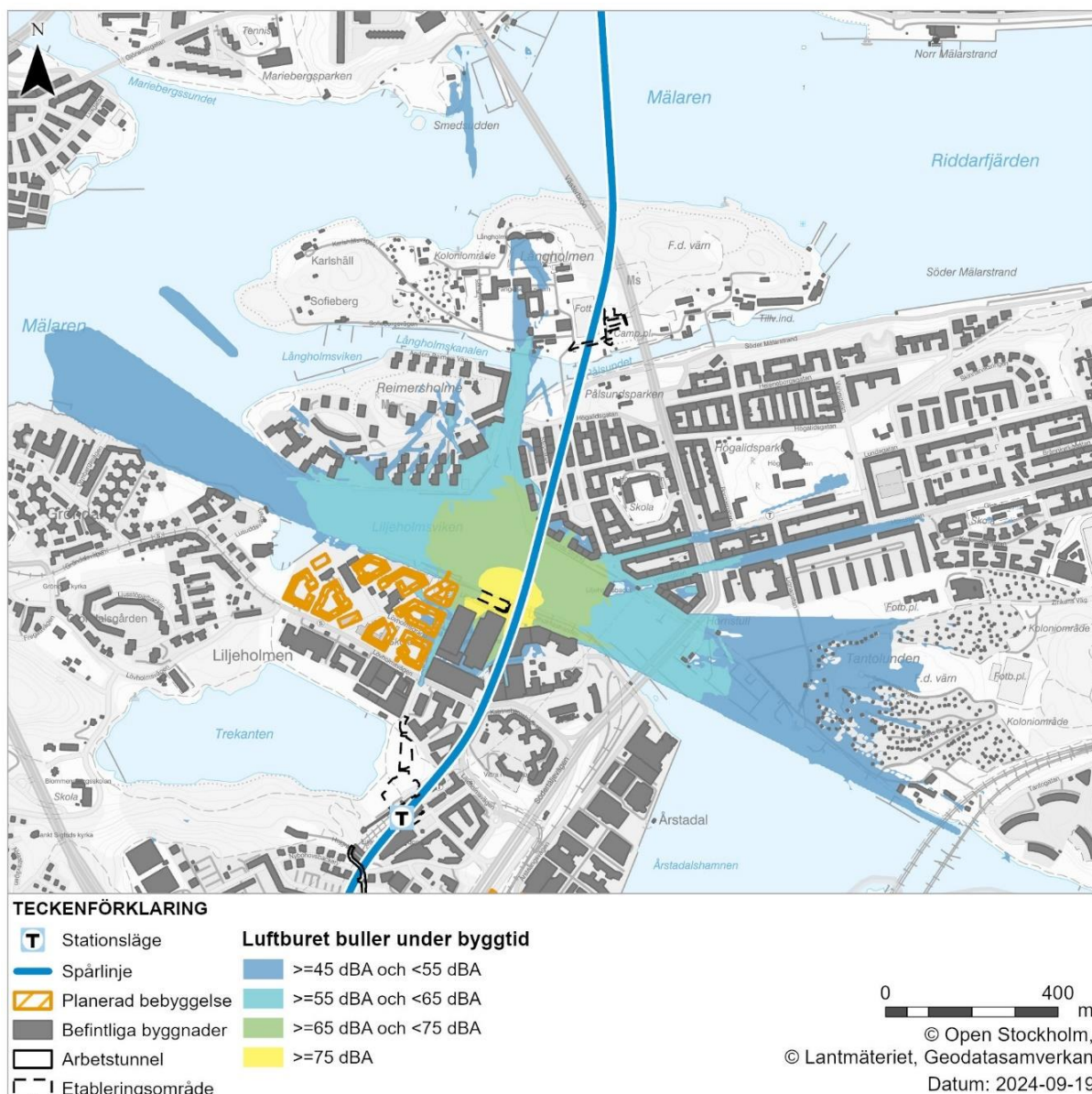
För att utreda omgivningspåverkan vid Långholmen har arbete med spontning beräknats där resultat redovisas för ekvivalent ljudnivå. Den högsta möjliga beräknade ljudnivån utomhus vid fasad från spontning är 82 dBA, vid en verksamhetsbyggnad, se Figur 57. Högsta möjliga beräknade ljudnivå vid en bostadsbyggnad är 72 dBA. Ljudnivåerna beräknas bli upp till 25 dBA högre än bakgrundsbullernivåerna.



Figur 57. Ljudutbredning från spontning vid etableringsyta för teknikbyggnad. Redovisar ekvivalent ljudnivå två meter över mark.

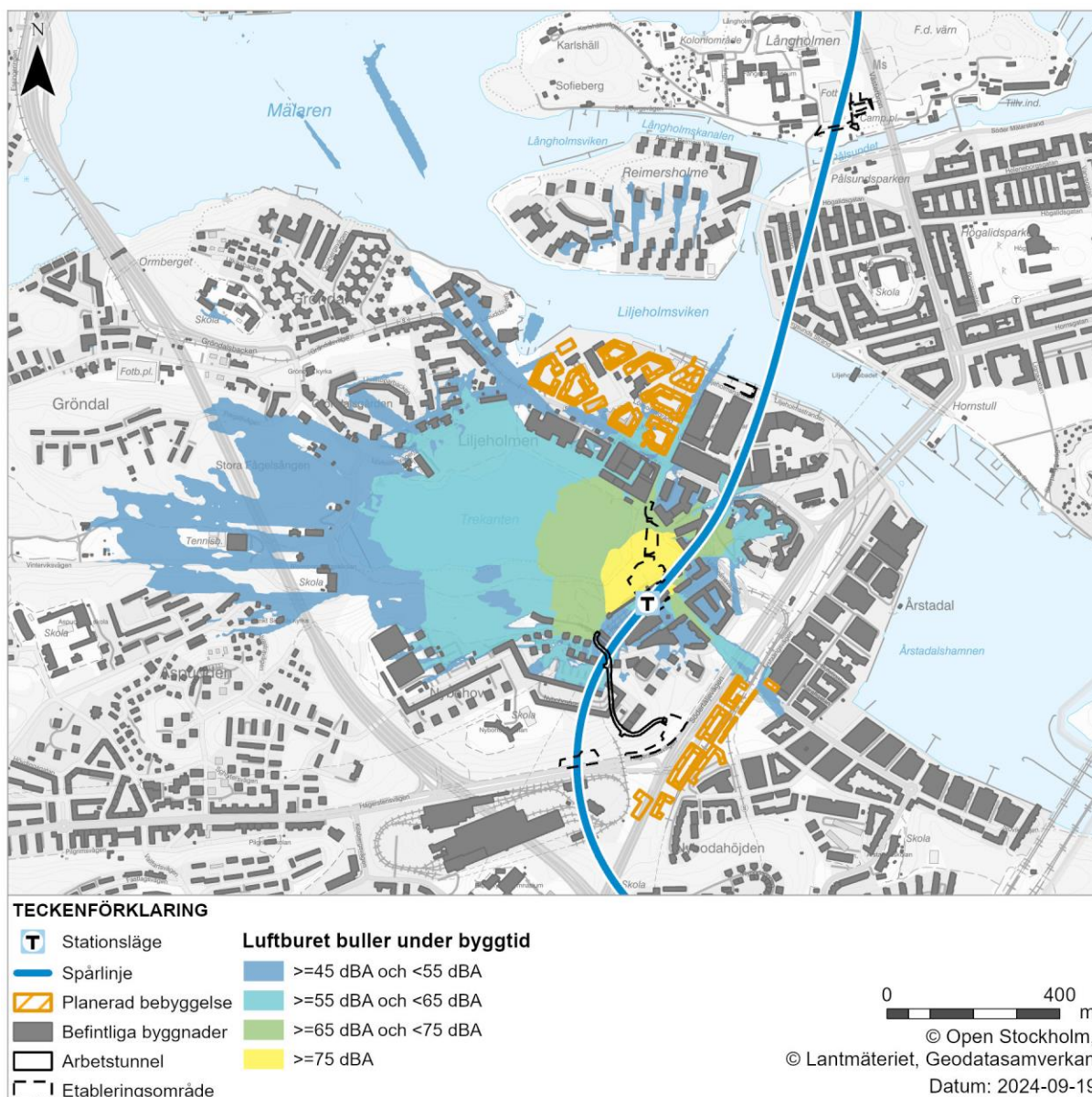
Vid byggnation intill Liljeholmen kommer flertalet etableringsområden att anläggas. I nuläget är motsvarande områden redan utsatta för trafikbuller från omgivande vägar, tunnelbana och Tvärbanan. Ekvivalenta ljudnivåer vid fasad är som högst mellan 60 och 70 dBA i området idag. Området vid Trekantsparken är i nuläget relativt ostört av buller, med trafikbullernivåer mellan 40 och 50 dBA.

Vid planerat luftutbytesschakt intill Liljeholmsstranden är den högsta beräknade ekvivalenta ljudnivån utomhus vid fasad 87 dBA från spontning, vilket uppnås vid en skolbyggnad, se Figur 58. Ljudnivåerna beräknas bli upp till 30 dBA högre än bakgrundsbullernivåerna.



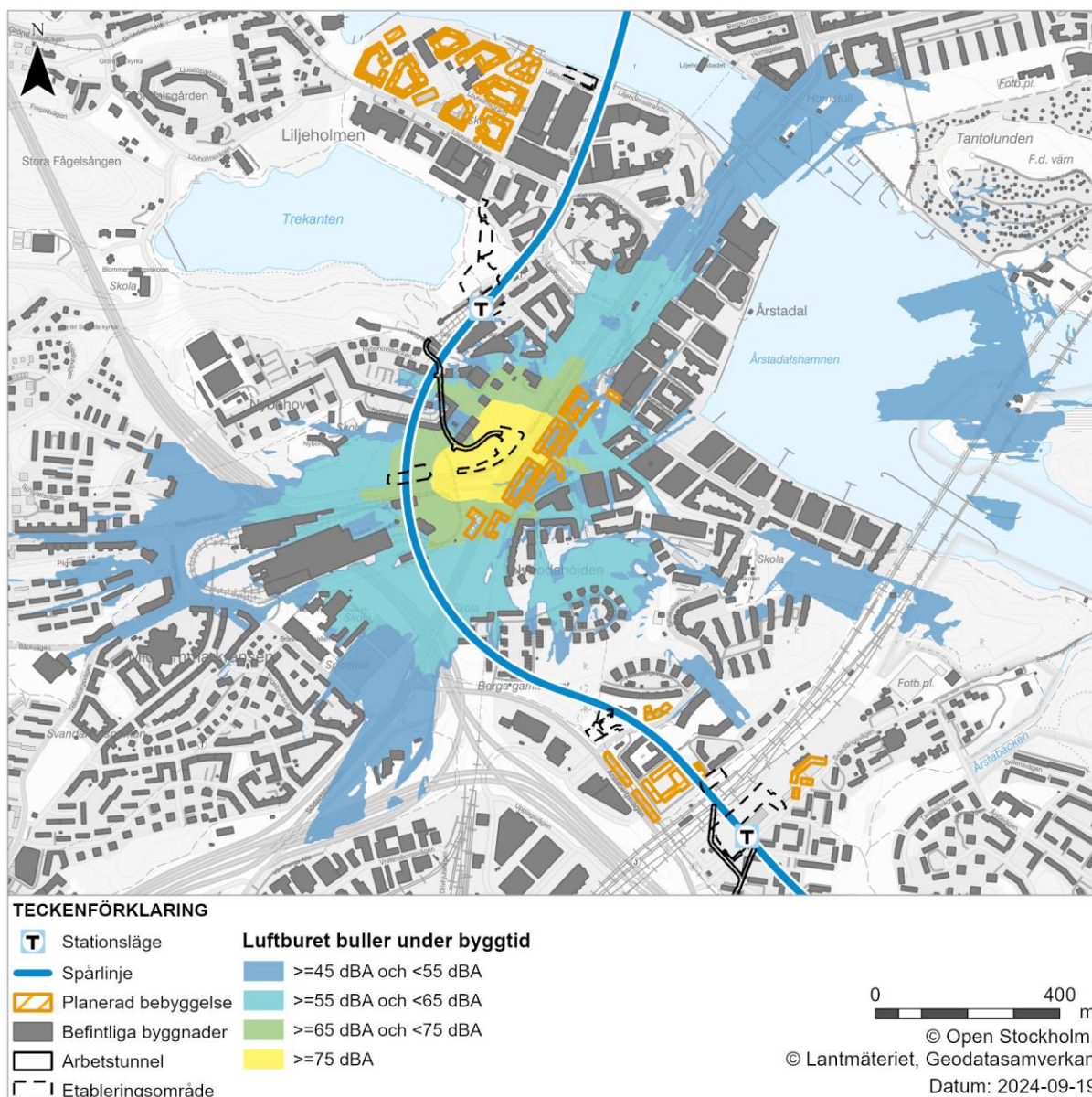
Figur 58. Ljudutbredning från spontning vid etableringsyta till luftutbytesschakt Liljeholmsstranden. Redovisar ekvivalent ljudnivå två meter över mark.

Ljudutbredning från spontning vid etableringsyta för station Liljeholmen redovisas i Figur 59, se nedan. Där är den högsta möjliga beräknade ekvivalenta ljudnivån utomhus vid fasad från spontning 112 dBA, vid en verksamhetsbyggnad. Högsta möjliga beräknade ekvivalenta ljudnivå vid en bostadsbyggnad är 99 dBA. Ljudnivåerna beräknas bli upp till 45 dBA högre än bakgrundsbullernivåerna.



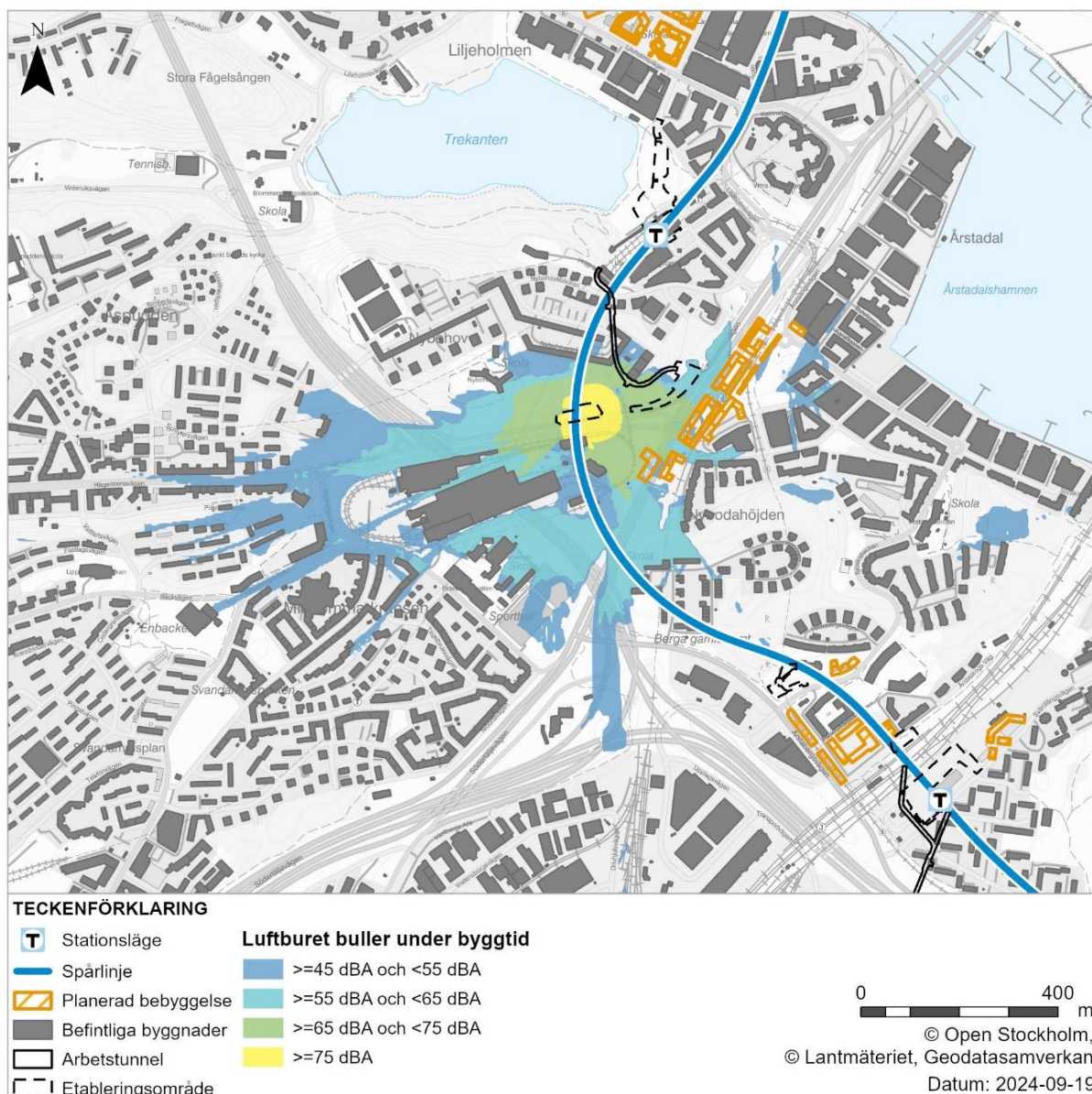
Figur 59. Ljudutbredning från spontning vid etableringsyta station Liljeholmen. Redovisar ekvivalent ljudnivå två meter över mark.

Ljudutbredning från spontning vid etableringsyta för arbetstunnel vid Södertäljevägen redovisas i Figur 60, se nedan. Där är den högsta möjliga beräknade ekvivalenta ljudnivån utomhus vid fasad från spontning 80 dBA, vid en planerad bostadsbyggnad. Högsta möjliga beräknade ekvivalenta ljudnivå vid en befintlig bostadsbyggnad är 75 dBA. Ljudnivåerna beräknas bli upp till 20 dBA högre än bakgrundsbullernivåerna.



Figur 60. Ljudutbredning från spontning vid etableringsyta för arbetstunnel vid Södertäljevägen. Redovisar ekvivalent ljudnivå två meter över mark.

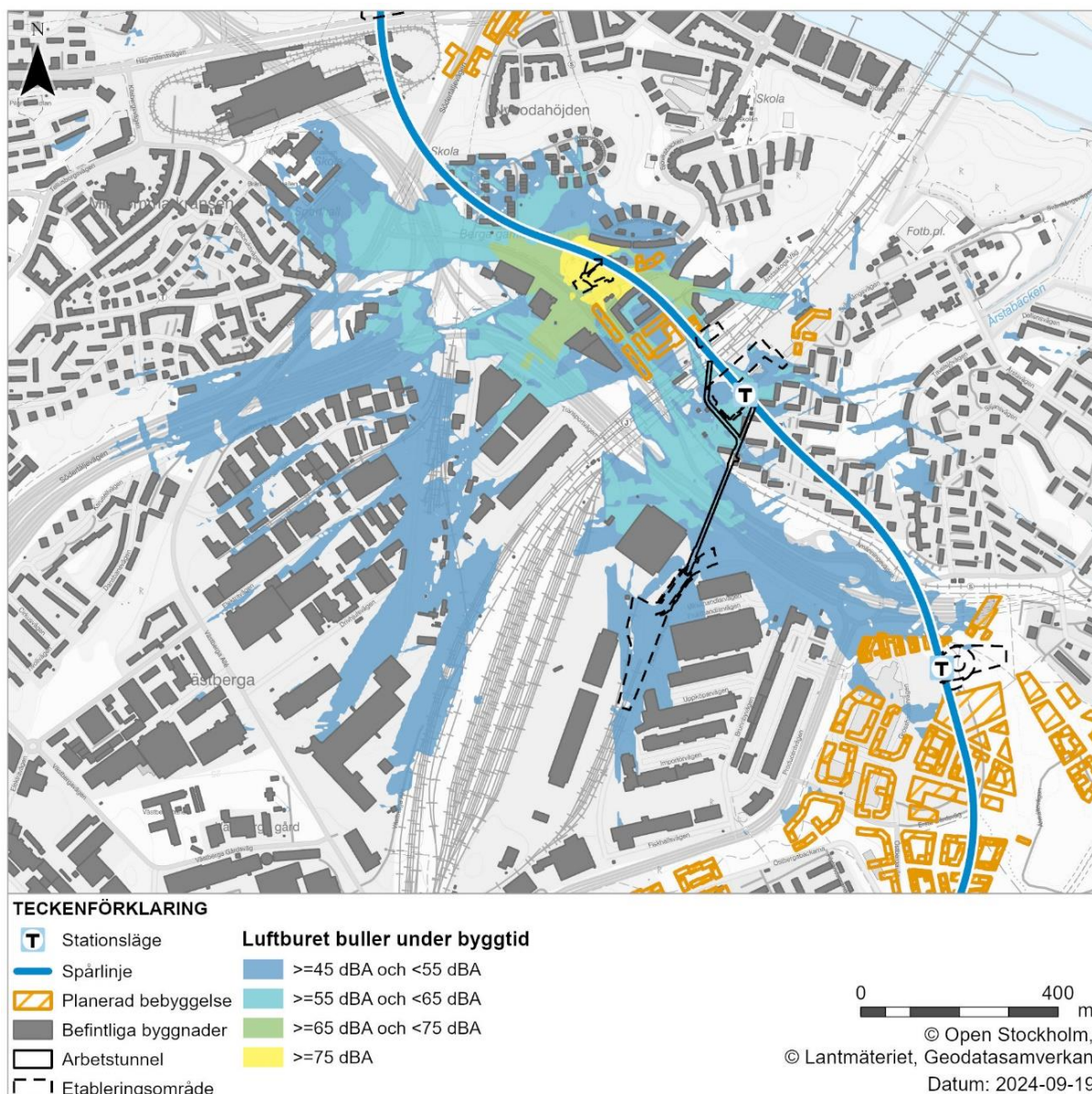
Vid planerat luftutbytesschakt vid Hägerstensvägen, Liljeholmen, blir den högsta möjliga beräknade ekvivalenta ljudnivån utomhus vid fasad från spontning 75 dBA, vid en verksamhetsbyggnad. Högsta möjliga beräknade ekvivalenta ljudnivå vid en bostadsbyggnad är 69 dBA, se Figur 61. Ljudnivåerna beräknas bli som högst 15 dBA högre än bakgrundsbullernivåerna.



Figur 61. Ljudutbredning från spontning vid etableringsyta till luftutbytesschakt Hägerstensvägen. Redovisar ekvivalent ljudnivå två meter över mark.

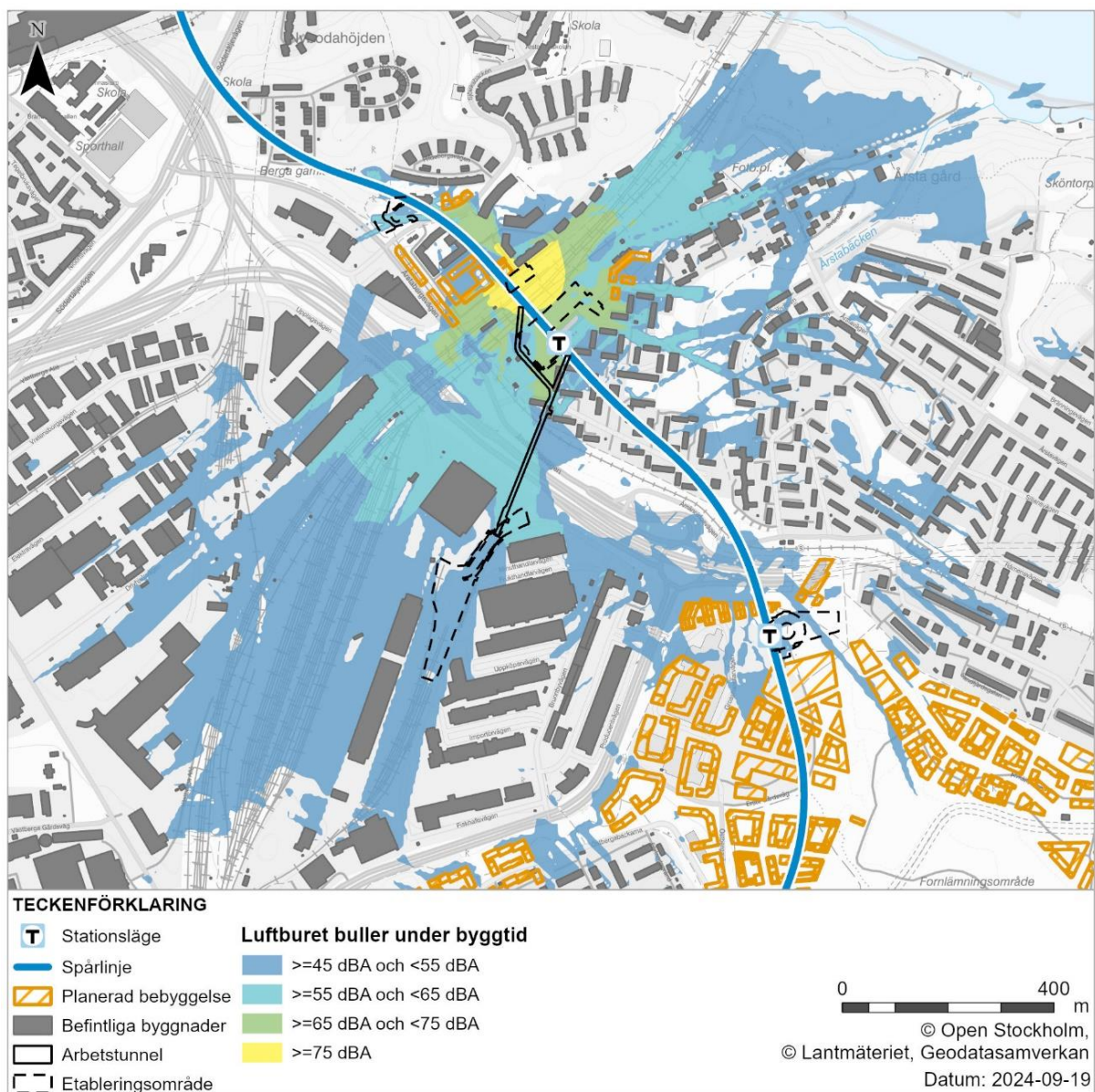
Vid byggande av tunnelbanan vid Årstadal kommer flertalet etableringsområden att anläggas. Motsvarande områden är redan idag utsatta för trafikbuller från omgivande vägar, Stambanan och Tvärbanan. I nuläget är ekvivalenta ljudnivåer vid fasad som högst mellan 60 och 70 dBA.

Vid planerat luftutbytesschakt vid Sjöviksbacken, Årstadal, är den högsta möjliga beräknade ekvivalenta ljudnivån utomhus vid fasad från spontning 87 dBA, vid en verksamhetsbyggnad. Högsta möjliga beräknade ljudnivå vid en bostadsbyggnad är 78 dBA, se Figur 62. Ljudnivåerna beräknas bli upp till 30 dBA högre än bakgrundsbullernivåerna.



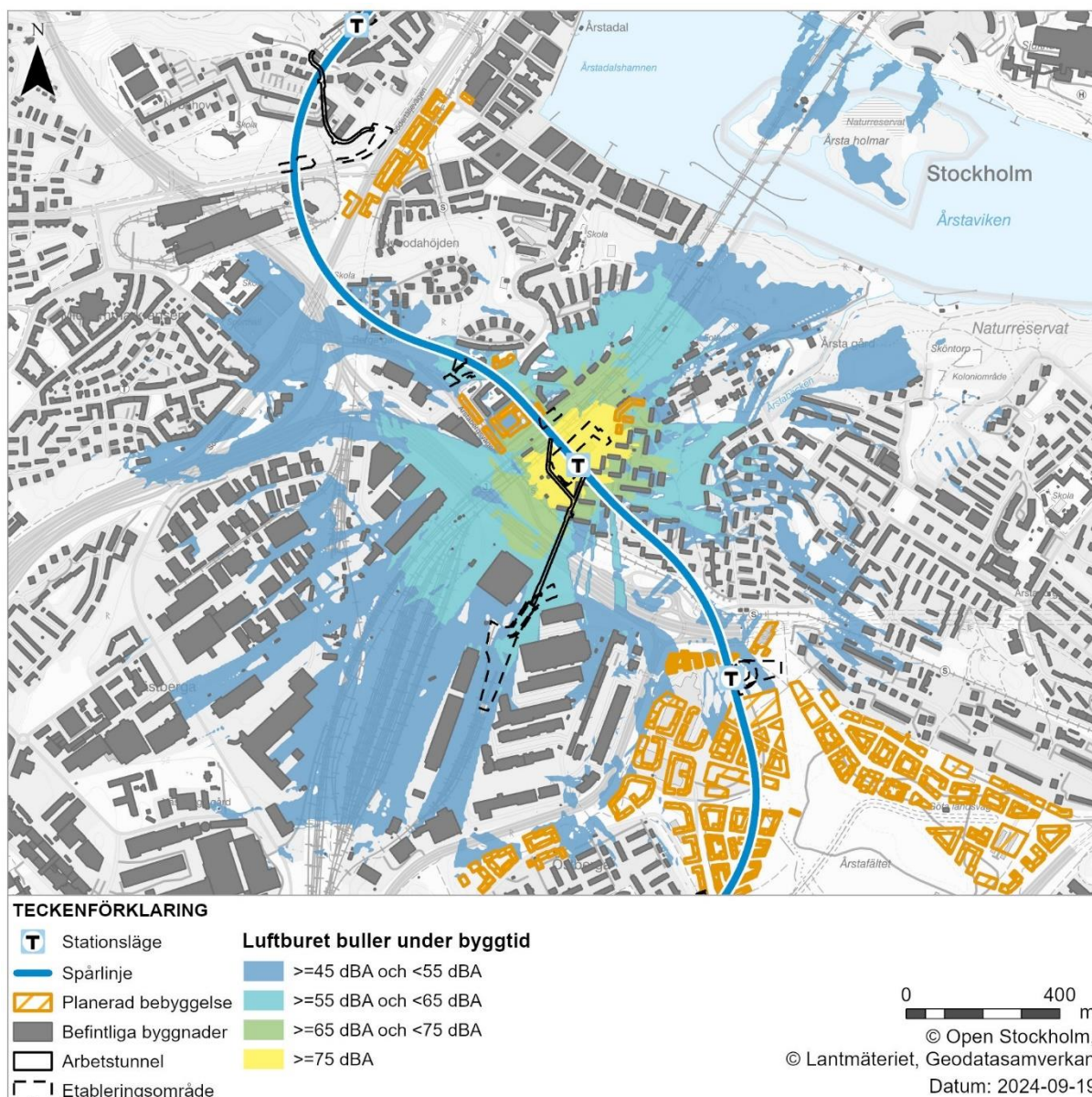
Figur 62. Ljudutbredning från spontning vid etableringsyta till luftutbytesschakt Sjöviksbacken. Redovisar ekvivalent ljudnivå två meter över mark.

Vid planerat brandgasschakt vid Årsta skolgränd intill Årstaberg, blir den högsta möjliga beräknade ekvivalenta ljudnivån utomhus vid fasad från spontning 88 dBA, vid en bostadsbyggnad, se Figur 63. Ljudnivåerna beräknas bli upp till 30 dBA högre än bakgrundsbullernivåerna.



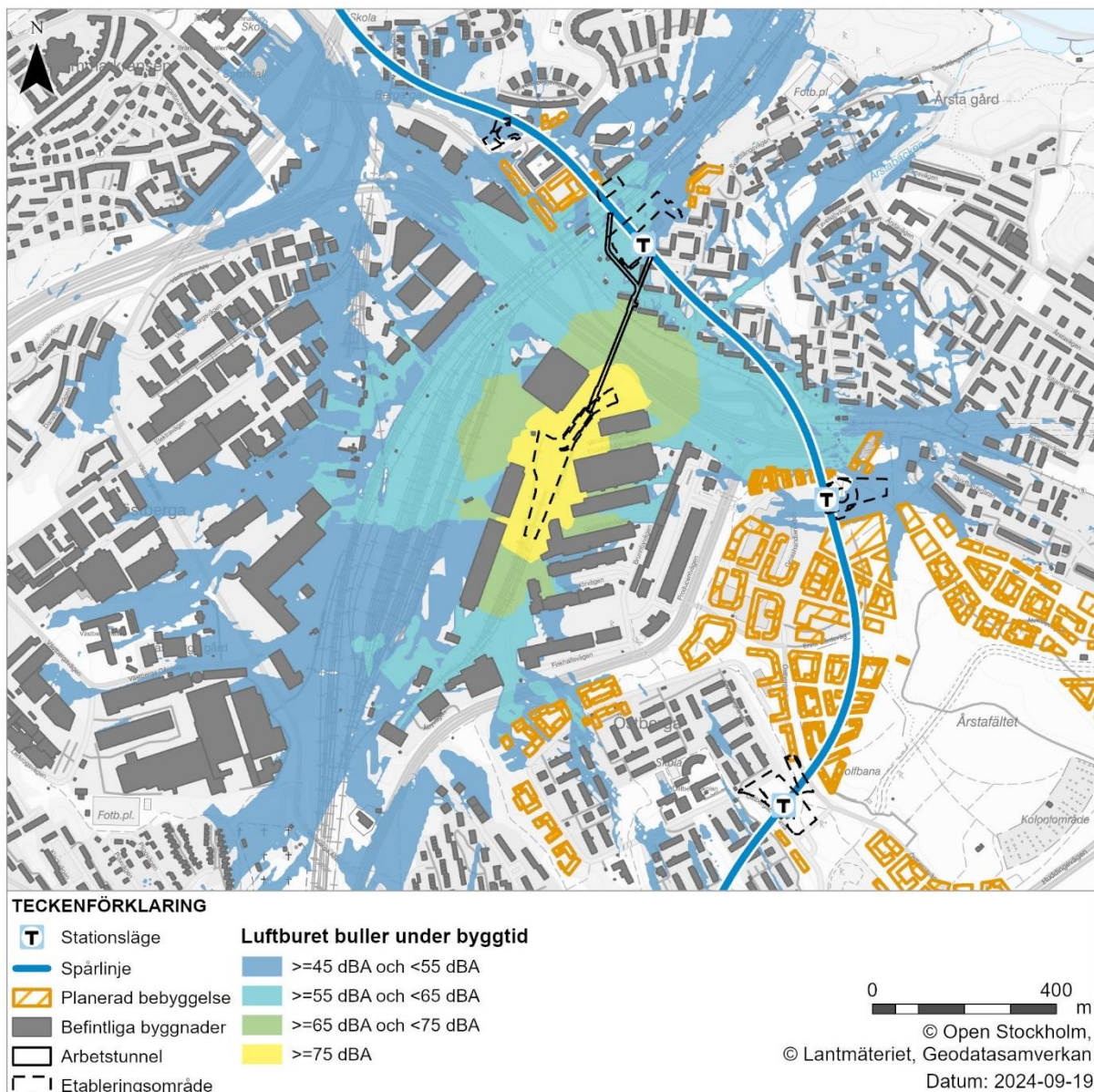
Figur 63. Ljudutbredning från spontning vid etableringsyta till brandgasschakt Årsta skolgränd. Redovisar ekvivalent ljudnivå två meter över mark.

Vid etableringsyta för planerad station Årstabergr blir den högsta möjliga beräknade ekvivalenta ljudnivån utomhus vid fasad från spontning 106 dBA, vid en kontorsbyggnad. Högsta möjliga beräknade ekvivalenta ljudnivå vid en bostadsbyggnad är 87 dBA, se Figur 64. Ljudnivåerna beräknas bli upp till 30 dBA högre än bakgrundsbullernivåerna.



Figur 64. Ljudutbredning från spontning vid etableringsyta station Årstaberg. Redovisar ekvivalent ljudnivå två meter över mark.

Ljudutbredning från spontning vid etableringsyta för arbetstunnel vid Årstakrossen redovisas i Figur 65, se nedan. Där är den högsta möjliga beräknade ekvivalenta ljudnivån utomhus vid fasad från spontning 88 dBA, vid en verksamhetsbyggnad. Högsta möjliga beräknade ekvivalenta ljudnivå vid en bostadsbyggnad är 66 dBA. Ljudnivåerna beräknas bli upp till 30 dBA högre än bakgrundsbullernivåerna.



Figur 65. Ljudutbredning från spontning vid etableringsyta för arbetstunnel vid Årstakrossen. Redovisar ekvivalent ljudnivå två meter över mark.

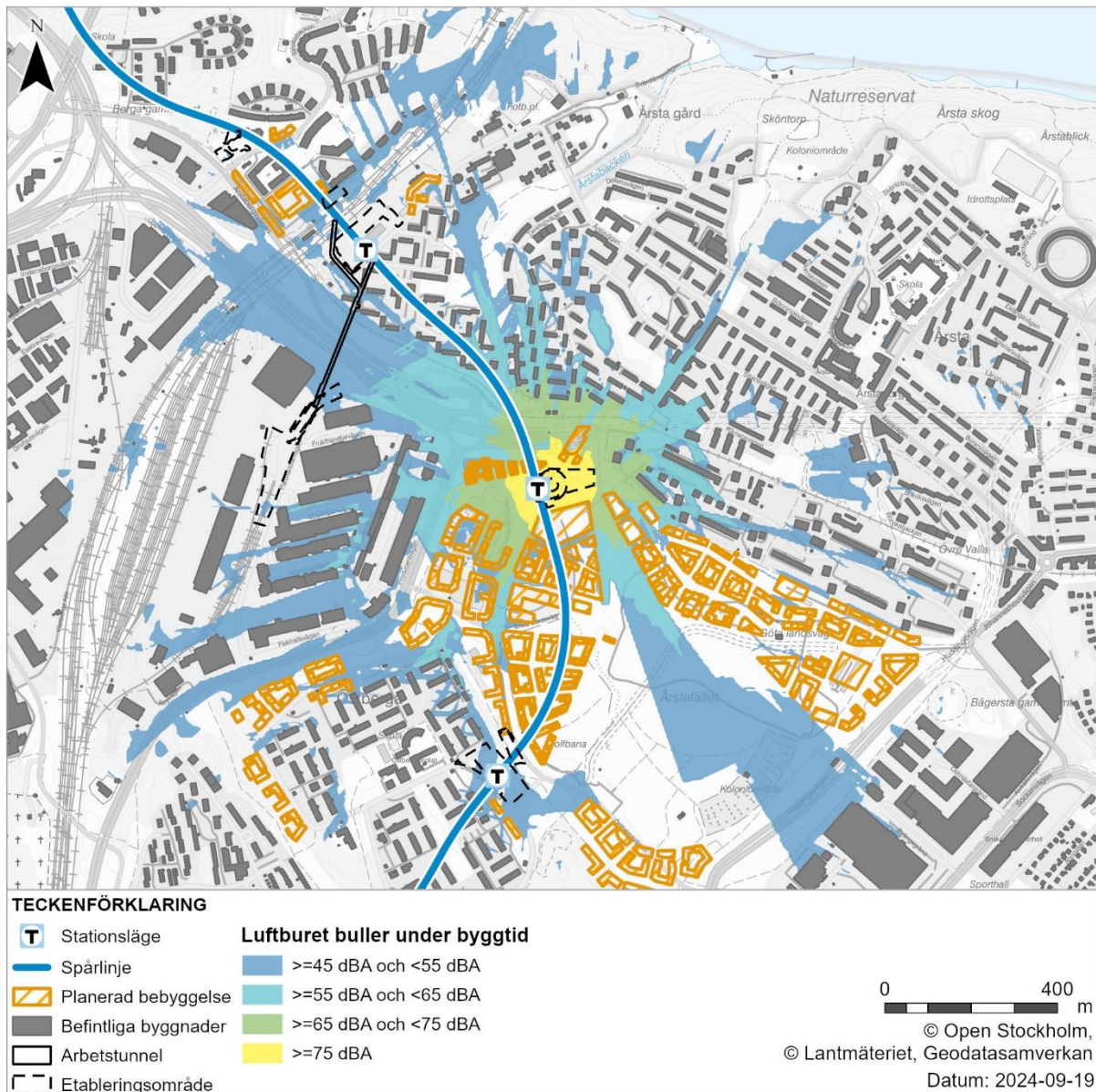
Vid byggnation av tunnelbanan vid Årstafältet och Östberga kommer flertalet etableringsområden att anläggas. Motsvarande områden är redan idag utsatta för trafikbuller från omgivande vägar. I nuläget är ekvivalenta ljudnivåer vid fasad som högst mellan 50 och 60 dBA.

Arbeten med spontning och sekantpålning för sänkschakt vid Årstafältet och Östberga höjden kommer generera luftburet buller under tiden den aktuella stationen anläggs, se Figur 66 och Figur 67. I figurerna visas den planerade bebyggelsen som antas vara klar när tunnelbanans byggnation pågår.

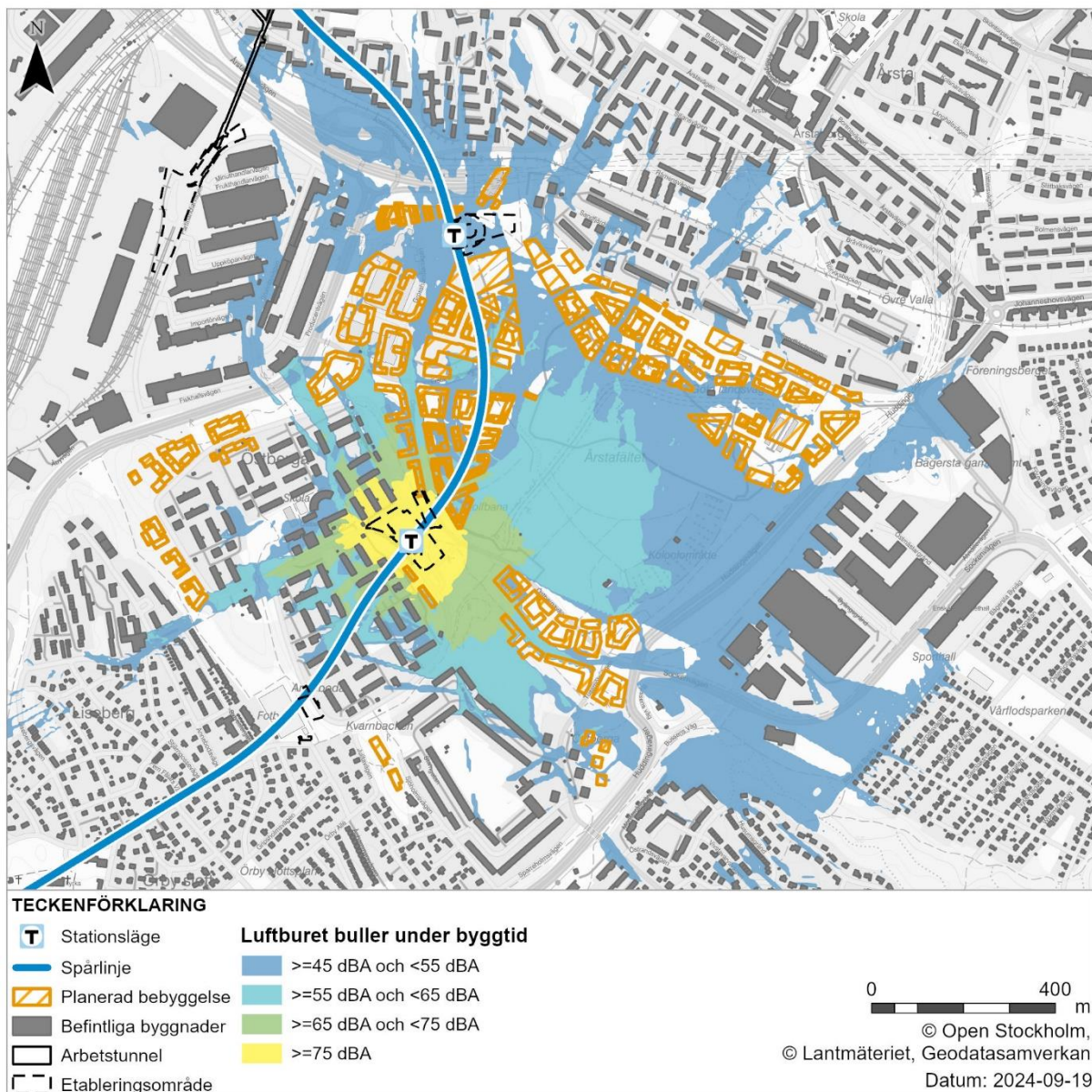
Vid Årstafältet blir den högsta möjliga beräknade ekvivalenta ljudnivån utomhus vid fasad från spontning 88 dBA, vid planerad bostadsbebyggelse. Högsta möjliga beräknade ekvivalenta ljudnivå vid en befintlig bostadsbyggnad är 70 dBA. Ljudnivåerna beräknas bli upp till 30 dBA högre än bakgrundsbullernivåerna.

Vid Östberga höjden blir den högsta möjliga beräknade ekvivalenta ljudnivån utomhus vid fasad från spontning 88 dBA, vid en bostadsbyggnad. Ljudnivåerna beräknas bli upp till 30 dBA högre än bakgrundsbullernivåerna.

Vid Östberghöjden innebär byggtiden en begränsad spontning eftersom berget ligger nära markytan.

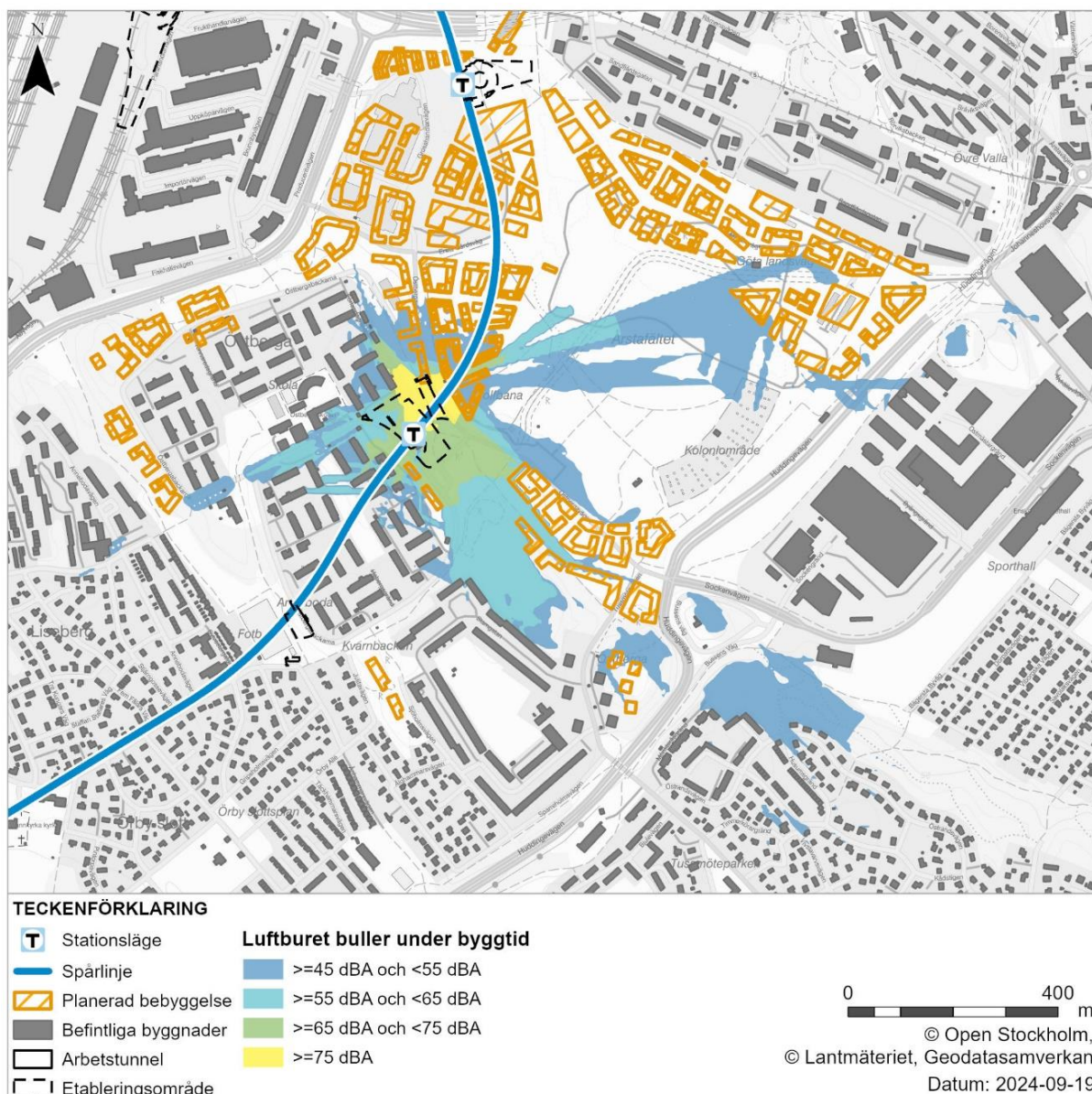


Figur 66. Ljudutbredning från spontning vid etableringsyta station Årstafältet. Redovisar ekvivalent ljudnivå två meter över mark.



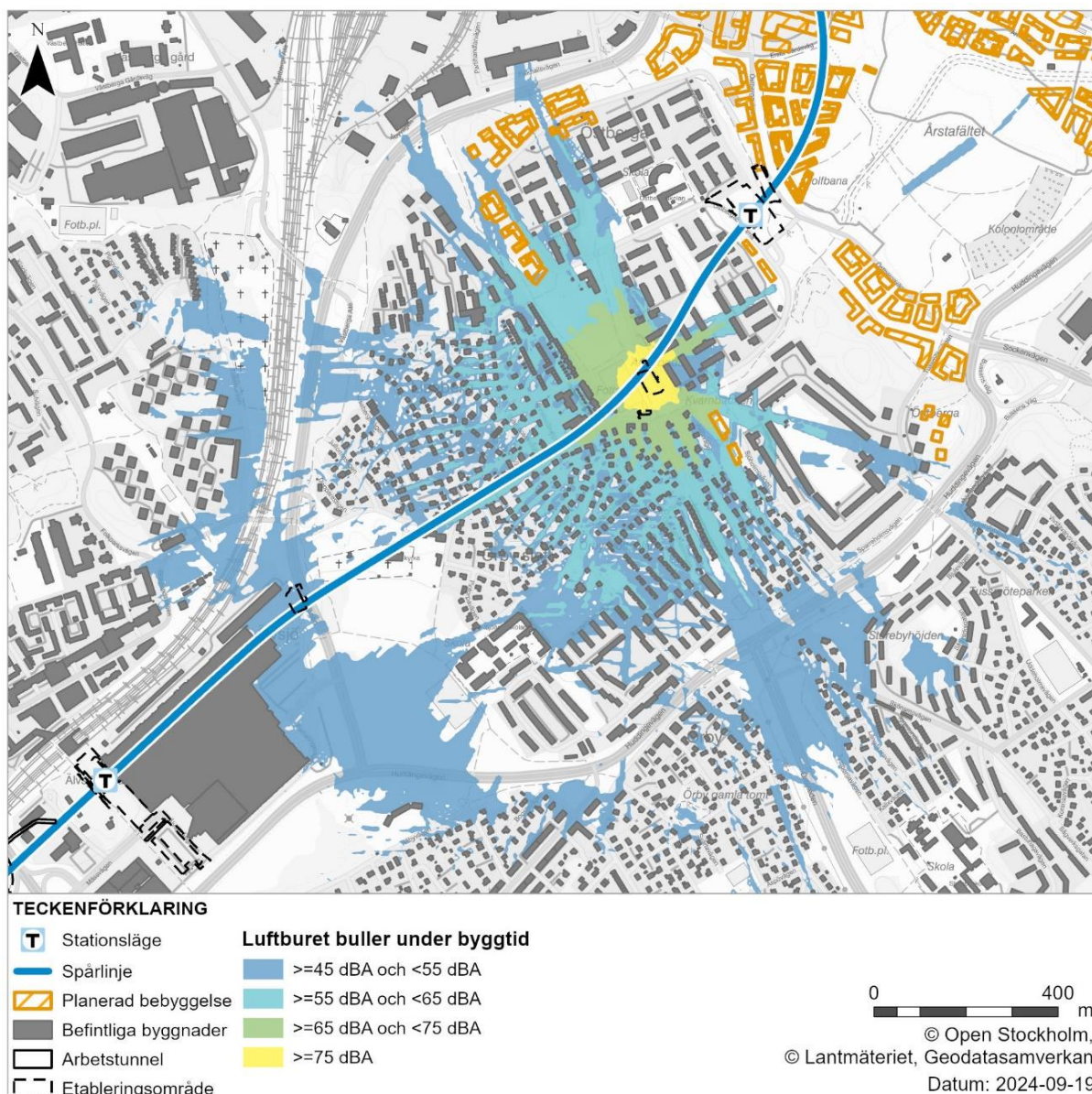
Figur 67. Ljudutbredning från spontning vid etableringsyta station Östbergahöjden. Redovisar ekvivalent ljudnivå två meter över mark.

Vid planerat luftutbytesschakt vid Östbergavägen i Östberga är den högsta möjliga beräknade ekvivalenta ljudnivån utomhus vid fasad från spontning 106 dBA, vid planerad bostadsbebyggelse. Högsta möjliga beräknade ljudnivå vid en befintlig bostadsbyggnad är 77 dBA, se Figur 68. Ljudnivåerna beräknas bli upp till 40 dBA högre än bakgrundsbullernivåerna.



Figur 68. Ljudutbredning från spontning vid etableringsyta till luftutbytesschakt Östbergavägen. Redovisar ekvivalent ljudnivå två meter över mark.

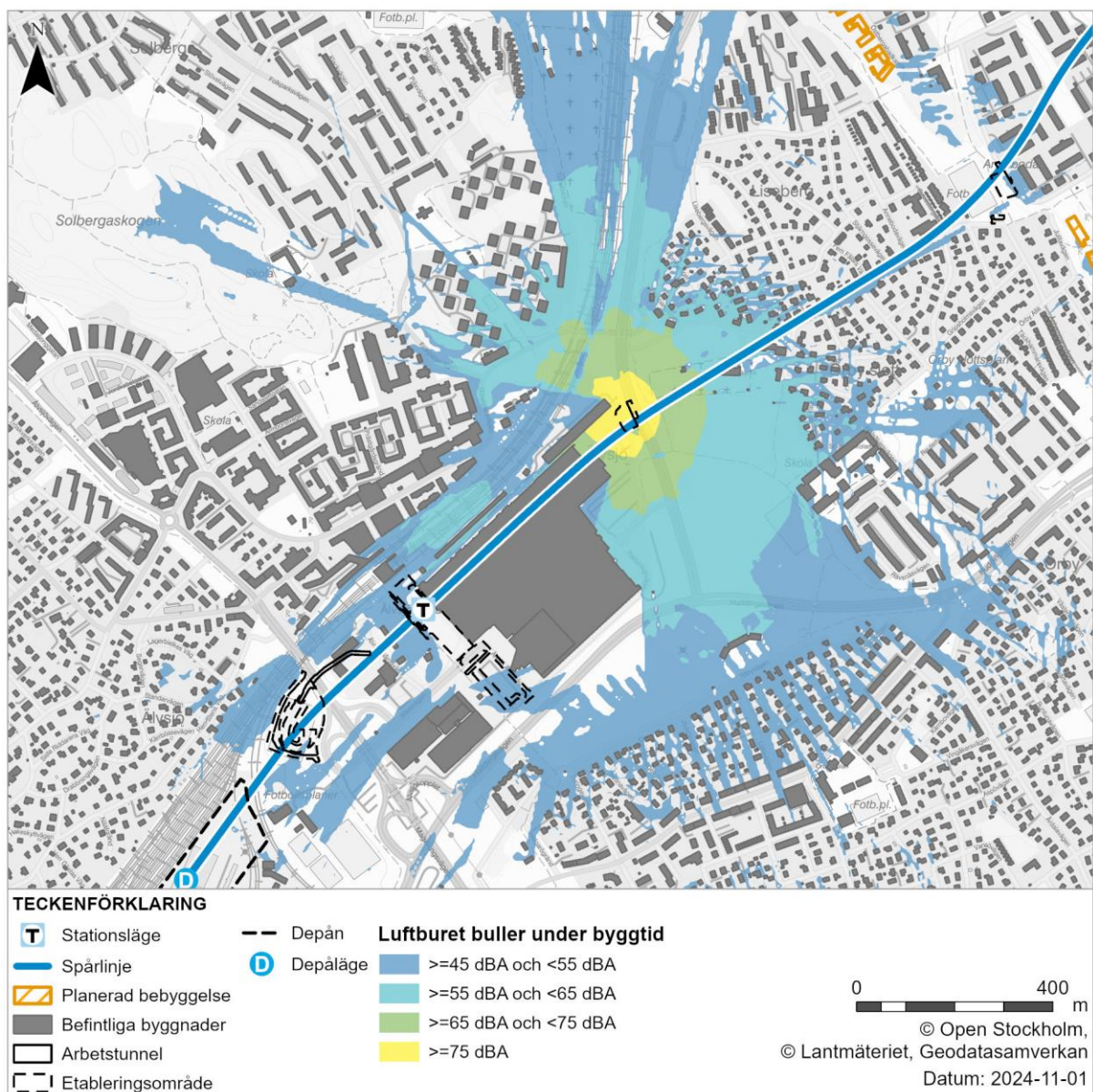
Vid planerat luftutbytesschakt vid Östbergabackarna är den högsta möjliga beräknade ekvivalenta ljudnivån utomhus vid fasad från spontning 80 dBA, vid en bostadsbyggnad. Beräknade ekvivalenta ljudnivåer utomhus redovisas som ljudutbredning två meter över mark i Figur 69. Ljudnivåerna beräknas bli upp till 30 dBA högre än bakgrundsbullernivåerna.



Figur 69. Ljudutbredning från spontning vid etableringsyta till luftutbytesschakt Östbergabackarna. Redovisar ekvivalent ljudnivå två meter över mark.

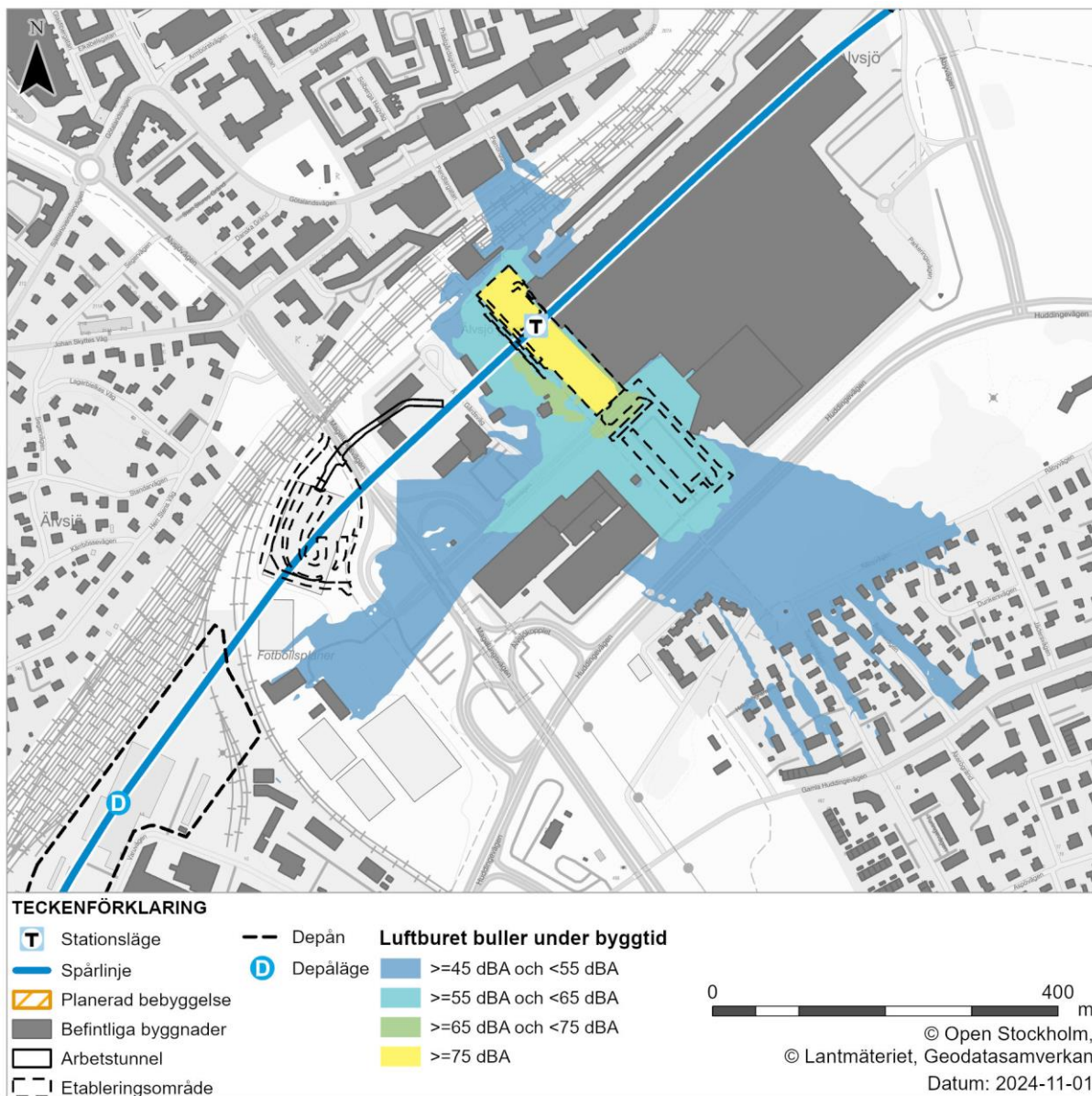
Vid byggande av tunnelbanan vid Älvsjö kommer flertalet etableringsområden att anläggas. Motsvarande områden är redan idag utsatta för trafikbuller från omgivande vägar och tågtrafik. I nuläget är ekvivalenta ljudnivåer vid fasad som högst mellan 60 och 70 dBA.

Vid planerat luftutbytesschakt vid Åbyvägen i Älvsjö är den högsta möjliga beräknade ekvivalenta ljudnivån utomhus vid fasad från spontning 73 dBA, vid en verksamhetsbyggnad. Högsta möjliga beräknade ljudnivån vid en bostadsbyggnad är 64 dBA, se Figur 70. Ljudnivåerna beräknas som högst bli 10 dBA högre än bakgrundsbullernivåerna.



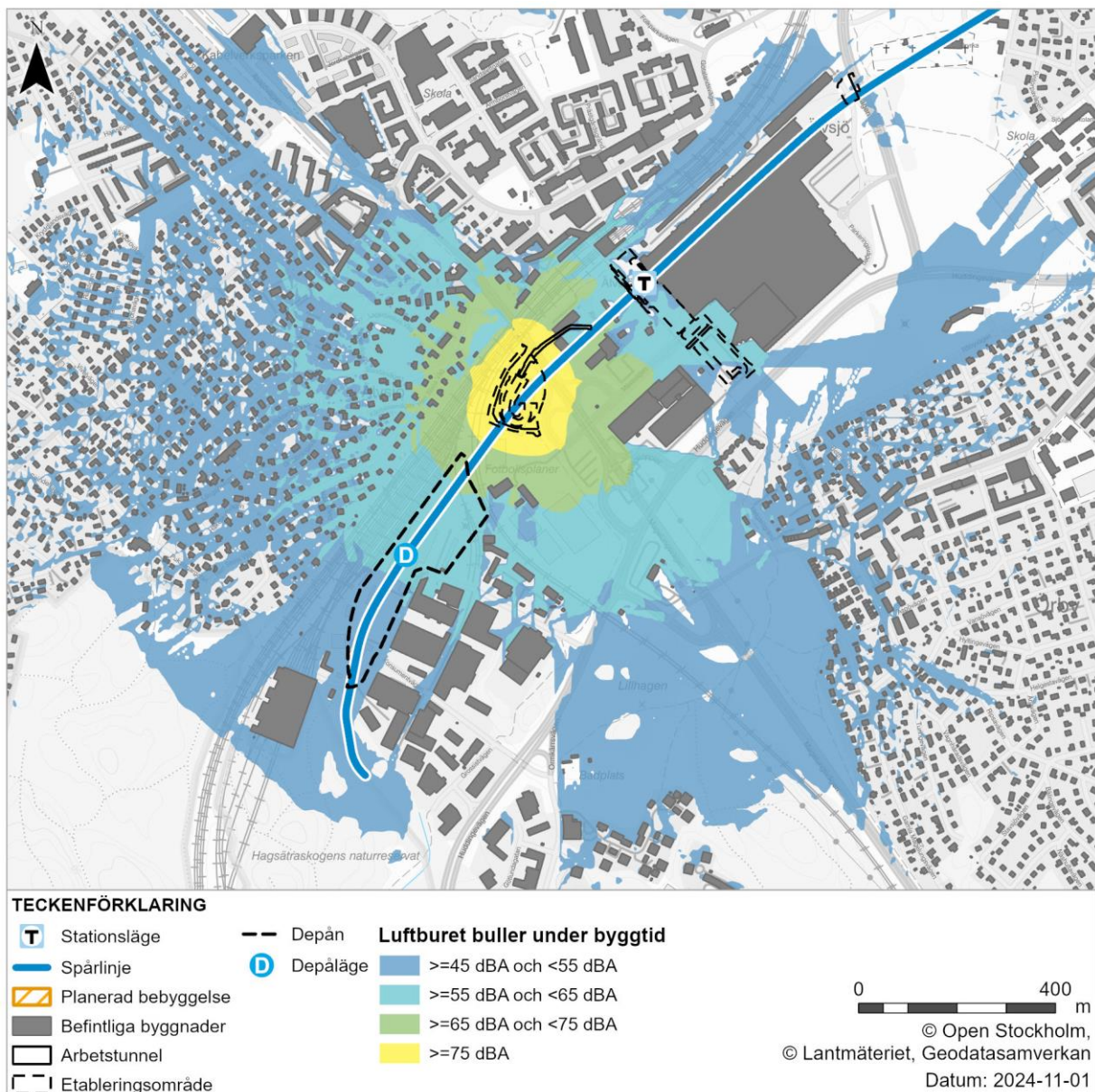
Figur 70. Ljudutbredning från spontning vid etableringsyta till luftutbytesschakt Åbyvägen. Redovisar ekvivalent ljudnivå två meter över mark.

Ljudutbredning från spontning vid etableringsyta för station Älvsjö redovisas i Figur 71, se nedan. Där är den högsta möjliga beräknade ljudnivån utomhus 100 dBA, vid en verksamhetsbyggnad. Högsta möjliga beräknade ekvivalenta ljudnivå vid en bostadsbyggnad är 74 dBA. Ljudnivåerna beräknas bli upp till 40 dBA högre än bakgrundsbullernivåerna.



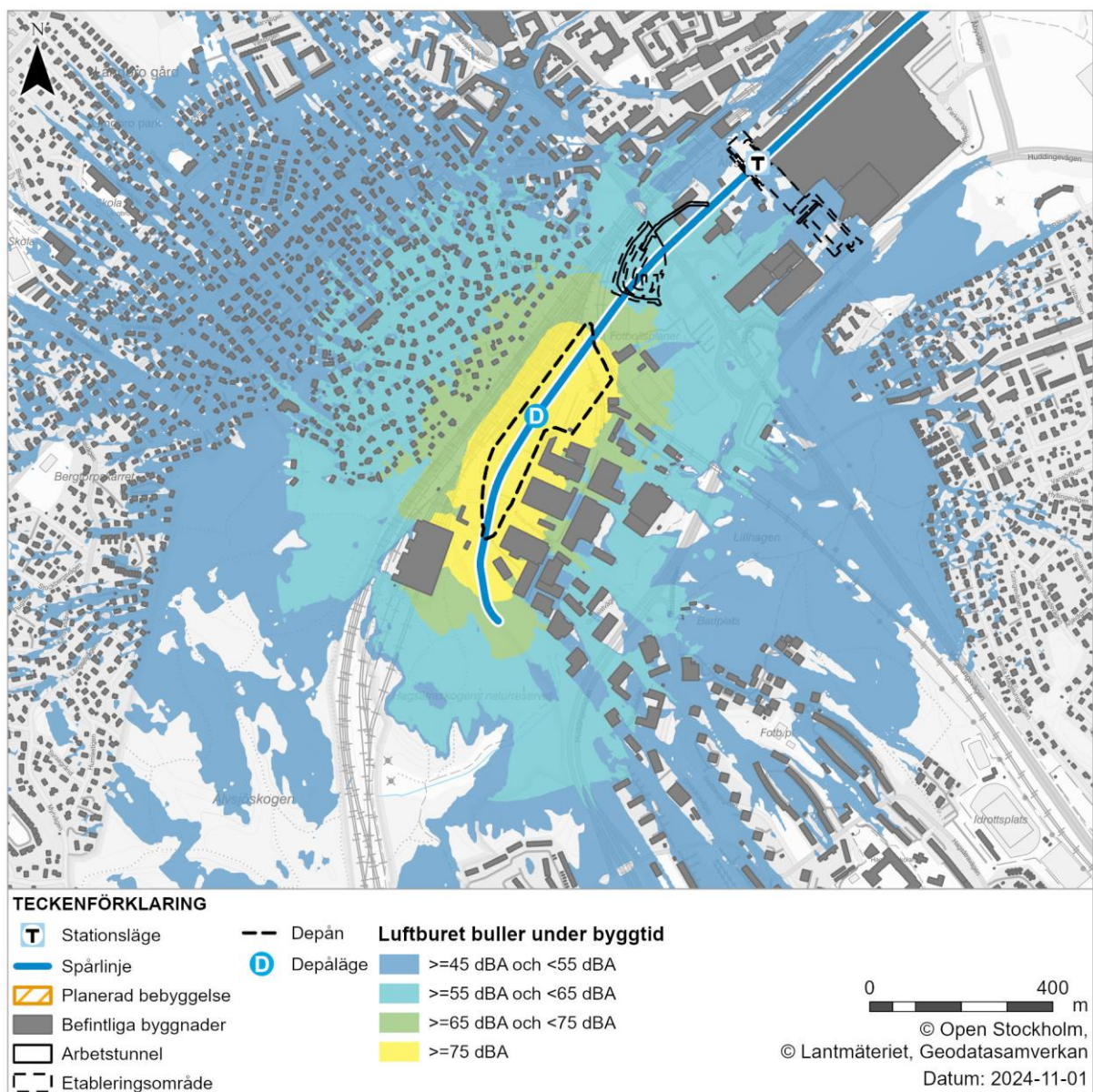
Figur 71. Ljudutbredning från spontning vid etableringsyta till station Älvsjö. Redovisar ekvivalent ljudnivå två meter över mark.

Ljudutbredning från spontning vid etableringsyta för arbetstunnel vid Älvsjö IP:s grusplan redovisas i Figur 72. Där är den högsta möjliga beräknade ekvivalenta ljudnivån utomhus vid fasad 76 dBA, vid en verksamhetsbyggnad. Högsta möjliga beräknade ljudnivån vid en bostadsbyggnad är 72 dBA. Ljudnivåerna beräknas som högst bli 10 dBA högre än bakgrundsbullernivåerna.



Figur 72. Ljudutbredning från spontning vid etableringsytan för arbetstunnel vid Älvsjö IP:s grusplan. Redovisar ekvivalent ljudnivå två meter över mark.

Spontningsarbeten för startgropen för TBM och depå i Älvsjö kommer generera luftburet buller under anläggningsarbetena, se Figur 73. Där är den högsta möjliga beräknade ekvivalenta ljudnivån utomhus vid fasad 98 dBA, vid en verksamhetsbyggnad. Högsta möjliga beräknade ekvivalenta ljudnivå vid en bostadsbyggnad är 72 dBA. Ljudnivåerna beräknas bli upp till 40 dBA högre än bakgrundsbullernivåerna.



Figur 73. Ljudutbredning från spontning vid etableringsytan för depå och schaktgrop för start av TBM i Älvskjö industriområde. Redovisar ekvivalent ljudnivå två meter över mark.

Masshantering

Masshantering är det arbete som pågår under längst tidsperiod och bullerpåverkan skiljer sig åt mellan stationer om stationen byggs med arbetstunnel eller sänkschakt. Buller från masshantering från arbetstunnlar omfattar i majoritet utkörande lastbilstransporter. Buller från masshantering vid sänkschakt genereras utöver lastbilstransporter, även från omlastning av massor från kranlyft via schaktet till lastning på lastbilsflak ovan jord. Vid metod sänkschakt för Årstafältet och Östbergahöjden sker masshantering vid etableringsytan under tiden som stationen drivs ut under mark, vilket innebär luftburet buller under hela den tiden. Vid arbetstunnel sker masshantering på ytan till tunnelmynningen under en relativt kort tid innan massorna kan hanteras inuti tunneln i stället inför vidaretransport. Därför visas inte ljudutbredningskartor eller berörda byggnader för dessa. Resultat på antalet byggnader som beräknas få ekvivalenta ljudnivåer inomhus från över 35 dBA och under 45 dBA från masshantering redovisas i Tabell 16. Inga byggnader beräknas få ekvivalenta ljudnivåer inomhus över 45 dBA från masshantering.

Tabell 16. Antal byggnader som beräknas få ekvivalenta ljudnivåer inomhus mellan 35 dBA och 45 dBA från masshantering vid etableringsytan. Varav inom parentes visas antal berörda bostadsbyggnader.

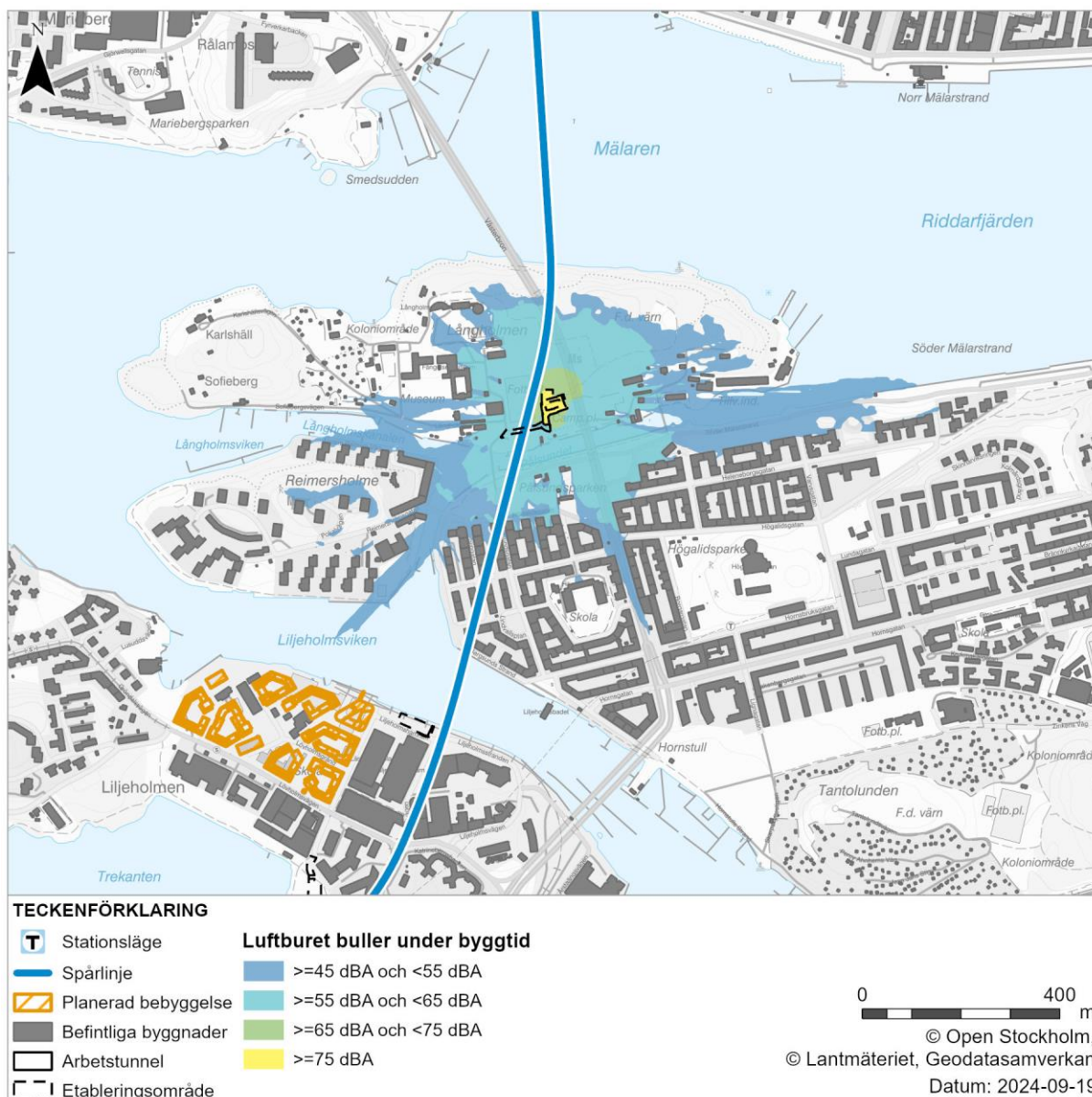
ETABLERINGSYTA	ANTAL BYGGNADER MED LJUDNIVÅER INOMHUS ÖVER 35 ≤ 45 dBA LEQ
Årstakrossen	5 (0)
Årstafältet	9 (9) ⁹
Östbergahöjden	6 (6) ¹⁰
Älvsjö industriområde	2 (0)

Vid Årstafältet och Östbergahöjdens sänkschakt sker en bullerpåverkan från masshanteringen över en längre tid än masshanteringen på etableringsytorna för arbetstunnlar till stationerna Fridhemsplan, Liljeholmen och Älvsjö. Ingen eller en mycket begränsad masshanteringen sker vid stationsläget för stationerna Liljeholmen, Årstaberg och Älvsjö. Vid Årstafältet sker masshantering under cirka två års tid och vid Östberga pågår masshantering under cirka tre års tid. Hanteringen av TBM-massor vid etableringsytan Älvsjö industriområde och Årstakrossen kommer att pågå under en längre sammanhållande tid så länge spårtunnlarna drivs fram. Masshantering för depåns behov sker vid en annan etapp och tid än masshanteringen för TBM-massor. Ljudutbredning från masshantering från dessa platser redovisas i Figur 74 till Figur 78.

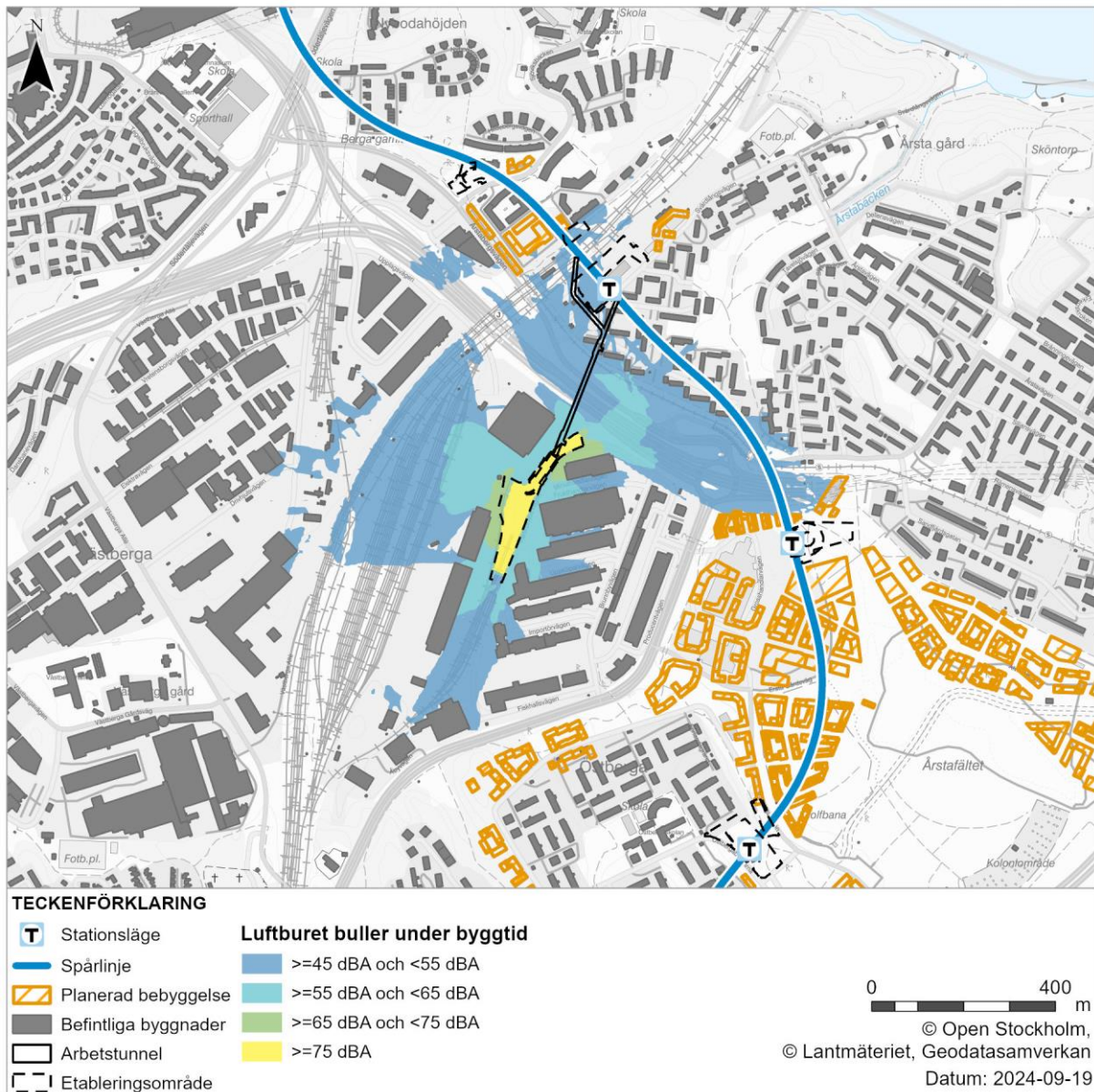
Ingen masshantering kommer att ske på ytan för luftutbytesschakt eller brandgasschakt. Massorna hanteras och tas i stället ut via arbetstunnlar. Vid teknikbyggnaden sker masshantering vilket beräknats och redovisas i Figur 74.

⁹ Avser planerad bebyggelse

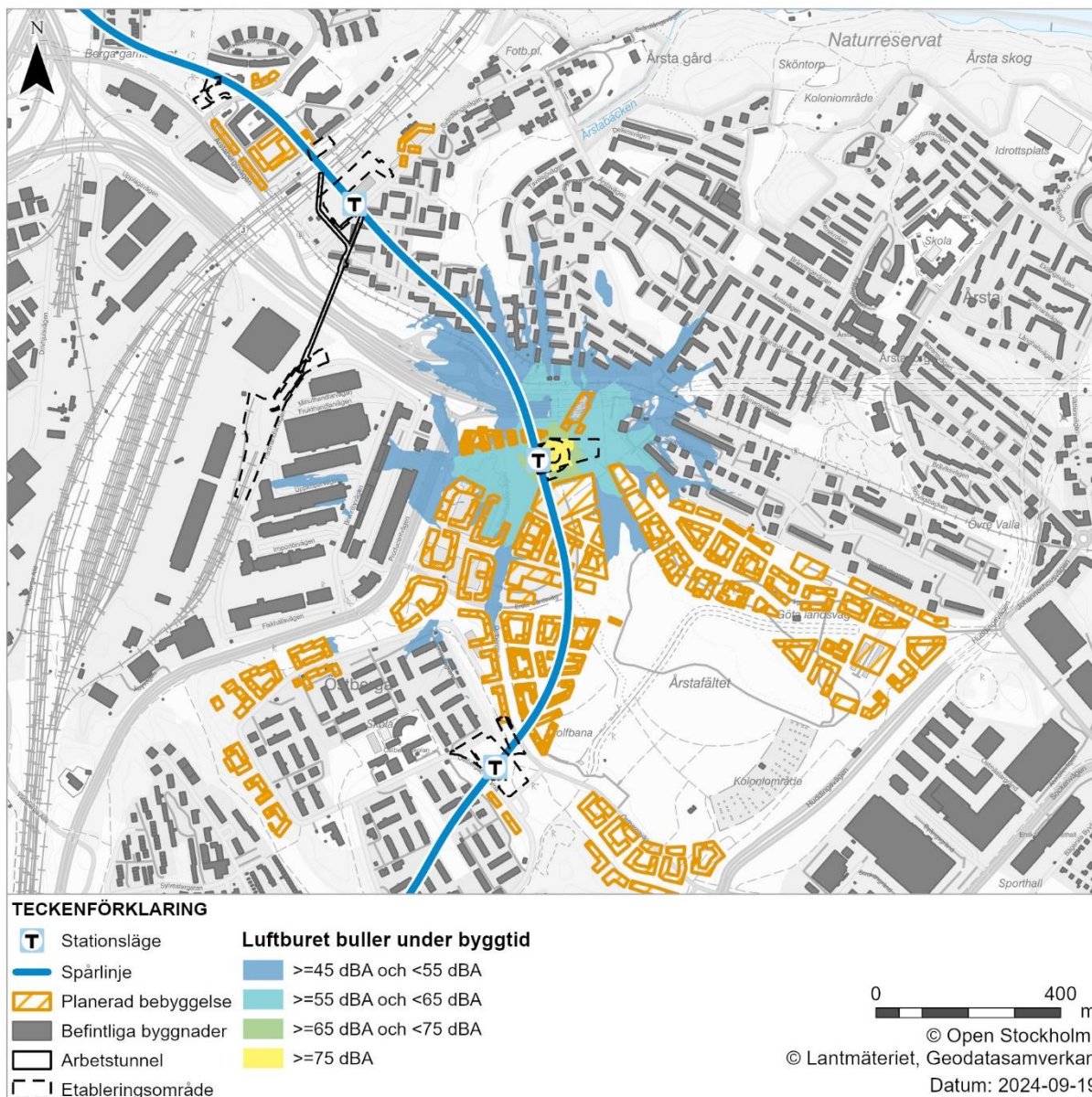
¹⁰ Varav ett fåtal är planerad bebyggelse



Figur 74. Ljudutbredning från masshantering vid etableringsyta för teknikbyggnad. Ekvivalent ljudnivå två meter över mark.



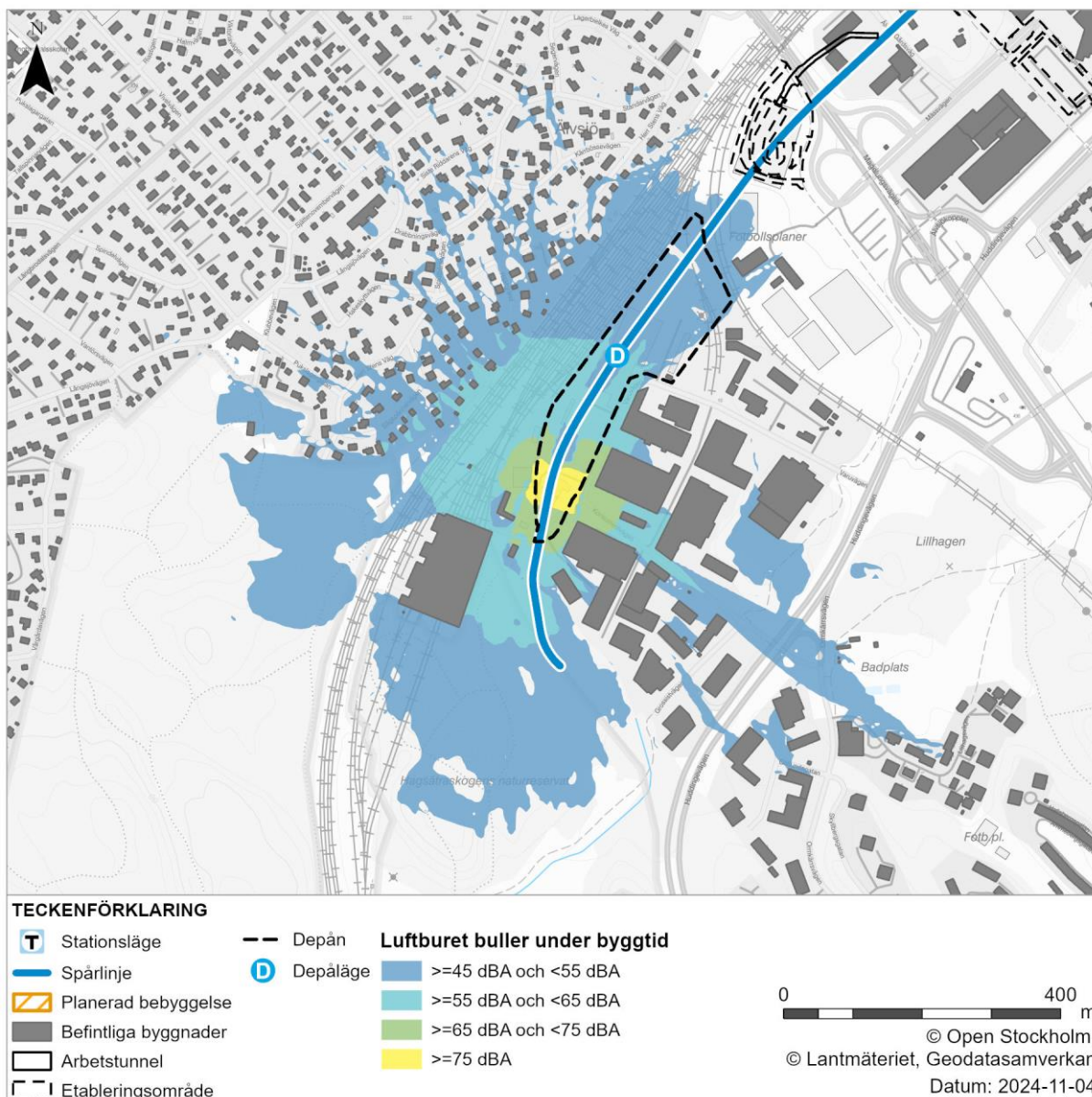
Figur 75. Ljudutbredning från masshantering vid etableringsyta för Årstaberg. Ekvivalent ljudnivå två meter över mark. Vid Årstakrossen hanteras TBM-massor efter att spårtunneldrivingen passerat Årstaberg.



Figur 76. Ljudutbredning från masshantering vid etableringsyta station Årsta fältet. Ekvivalent ljudnivå två meter över mark.



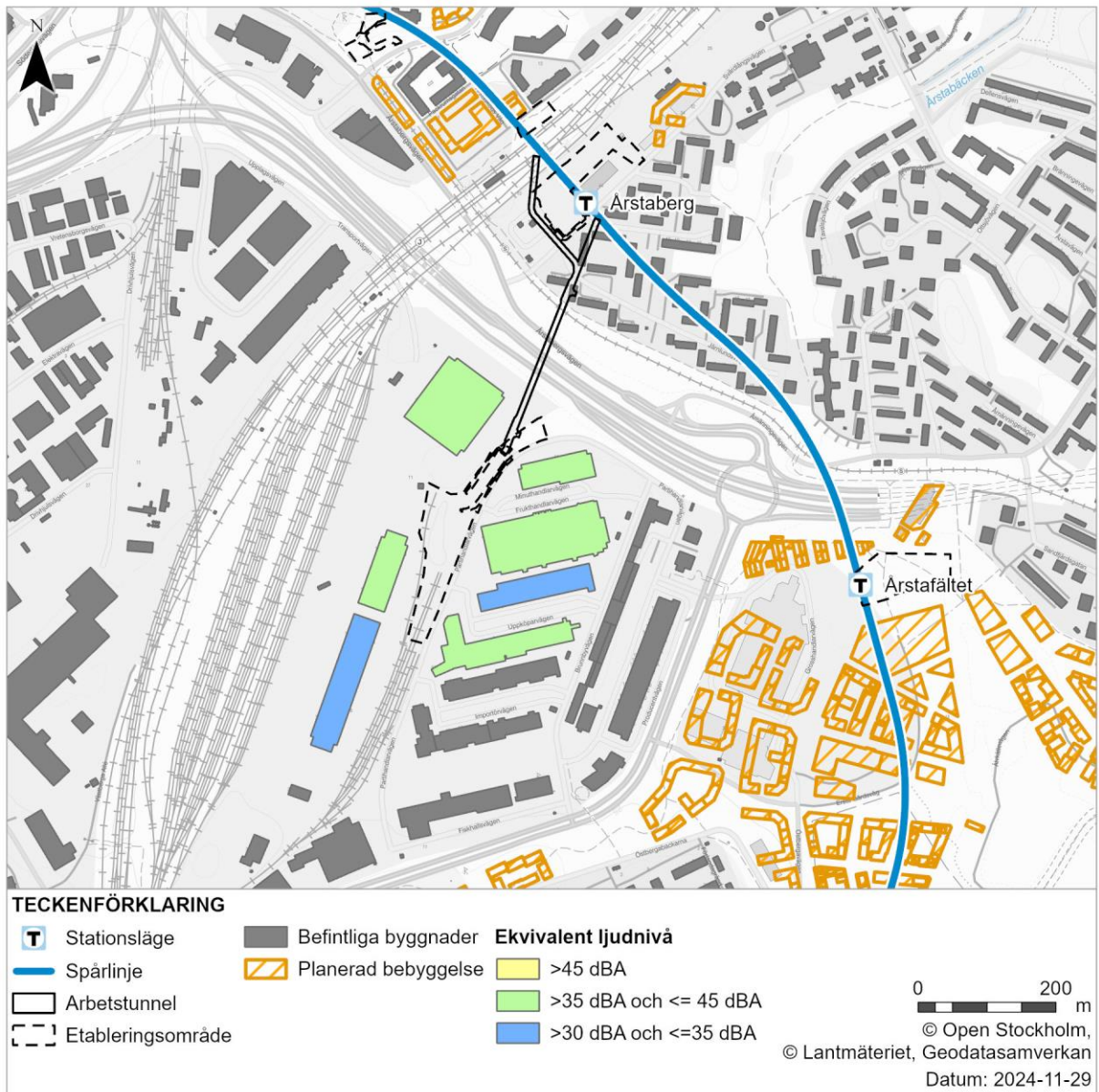
Figur 77. Ljudutbredning från masshantering vid etableringsyta station Östbergahöjden. Ekvivalent ljudnivå två meter över mark.



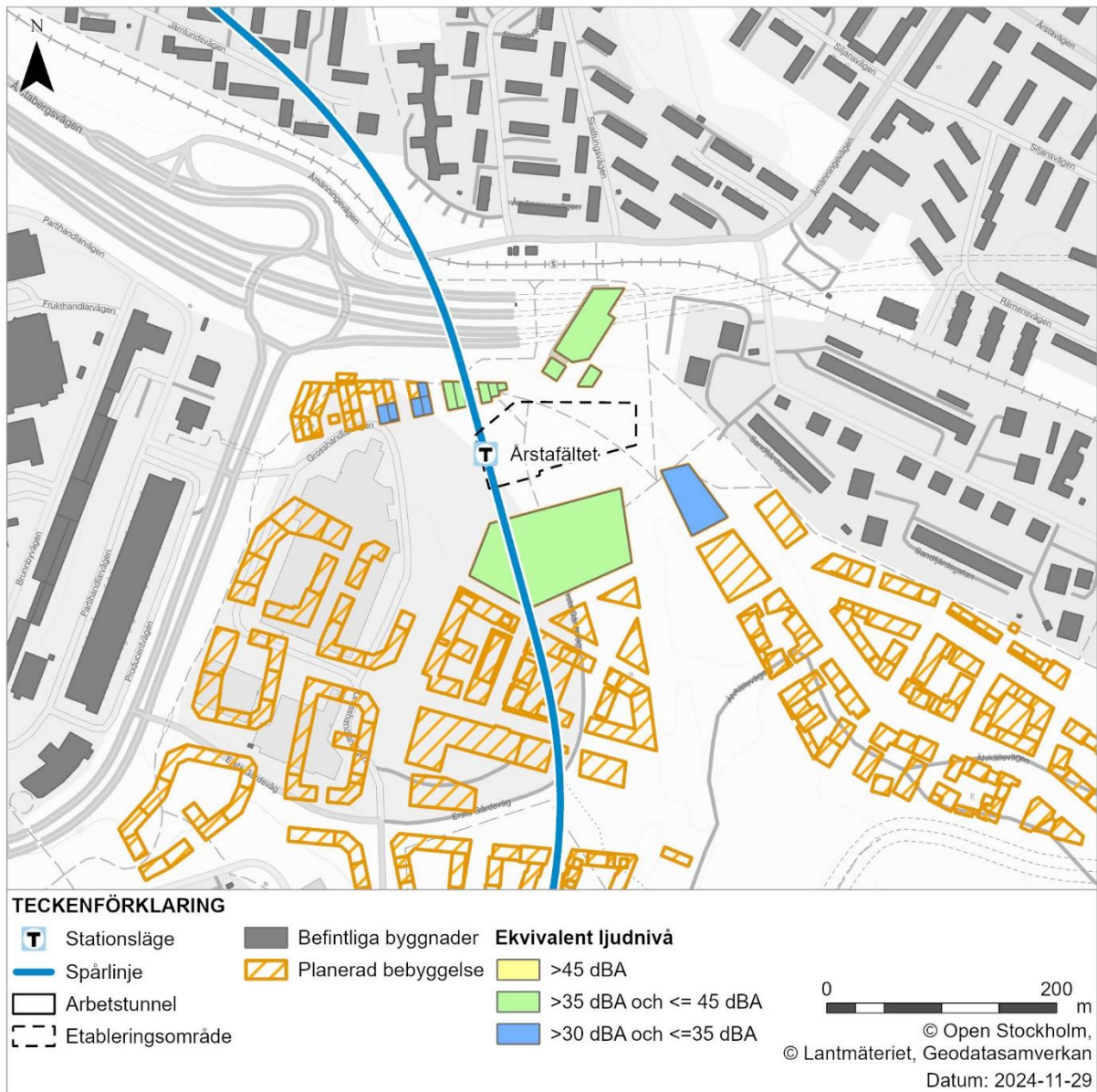
Figur 78. Ljudutbredning från masshantering vid etableringsyta Älvsjö industriområde för TBM-massor. Ekvivalent ljudnivå två meter över mark.

Vid sänkschakt vid Årstafältet förväntas masshantering ske under cirka två års tid och vid Östbergahöjden förväntas masshantering ske under cirka tre års tid. Hanteringen av TBM-massor vid etableringsytan i Älvsjö industriområde och Årstakrossen kommer att pågå under en längre sammanhållande tid så länge spårtunnlarna drivs fram.

För att underlätta masshantering inklusive transporter samt för att förkorta byggtiden utreds därför om masshantering kan utföras under nattetid. Bullerberäkningar har utförts för masshantering under nattetid för att utreda påverkan och konsekvenser med avseende på buller under byggtiden. I Figur 79 till och med Figur 82 redovisas beräknade ekvivalenta ljudnivåer inomhus från masshantering.



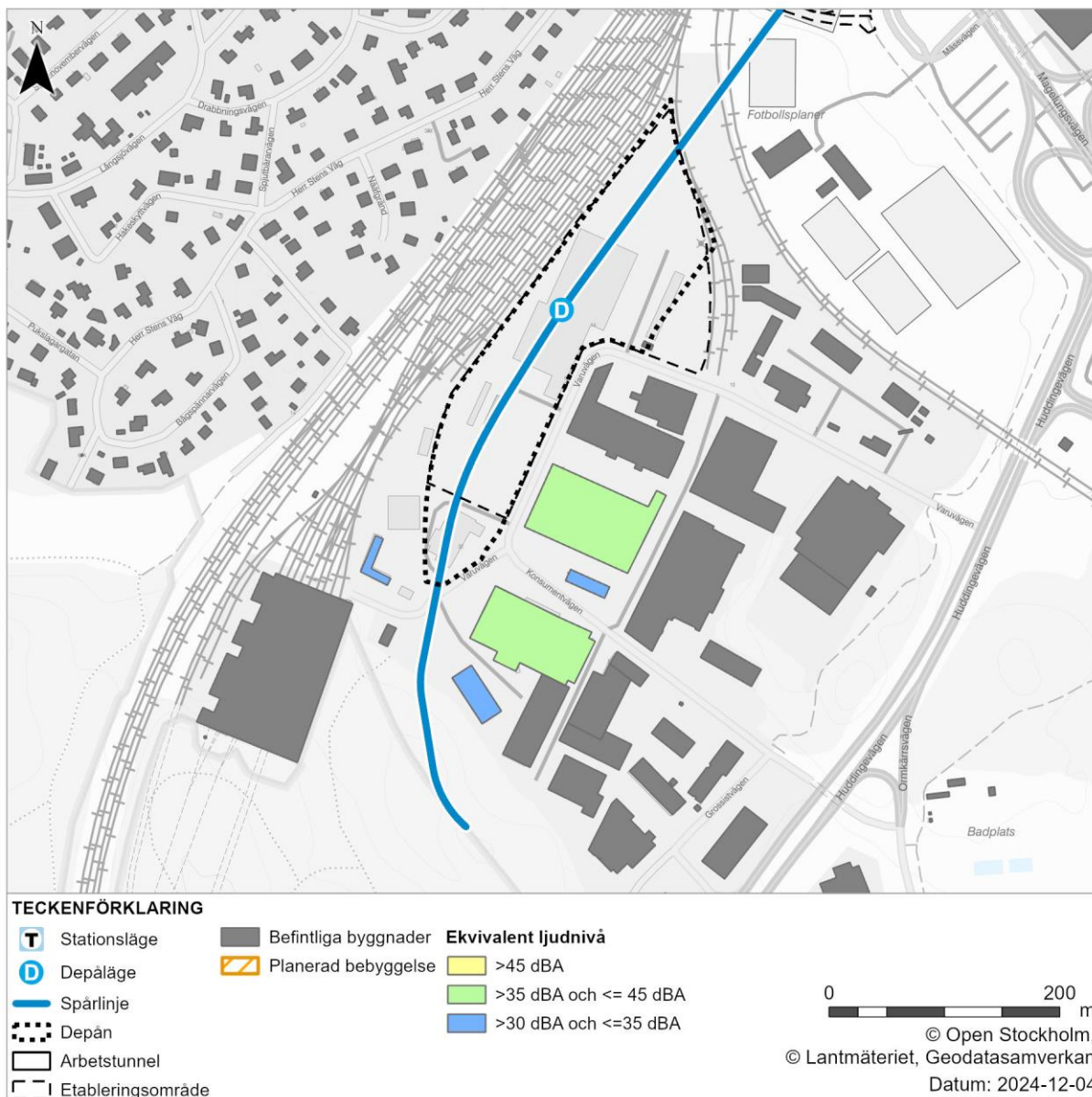
Figur 79. Ekvivalent ljudnivå inomhus från masshantering från etableringsyta Årstakrossen.



Figur 80. Ekvivalent ljudnivå inomhus från masshantering från etableringsyta station Årstafältet.



Figur 81. Ekvivalent ljudnivå inomhus från masshantering från etableringsyta station Östbergahöjden.



Figur 82. Ekvivalent ljudnivå inomhus från masshantering från etableringsyta Älvsjö industriområde.

I Tabell 17 redovisas antalet byggnader som riskerar att få överskridande av riktvärden inomhus under nattetid, ekvivalent ljudnivå 30 dBA och maximal ljudnivå 45 dBA.

Tabell 17. Antal byggnader som beräknas få ekvivalenta ljudnivåer inomhus över 30 dBA och maximala ljudnivåer inomhus över 45 dBA från masshantering vid etableringsytan. Varav inom parentes visas antal berörda bostadsbyggnader.

ETABLERINGSYTA	ANTAL BYGGNADER MED LJUDNIVÅER INOMHUS ÖVER 30 dBA LEQ	ANTAL BYGGNADER MED LJUDNIVÅER INOMHUS ÖVER 45 dBA LMAX
Årstakrossen	2 (0)	10 (2)
Årstafältet	7 (7) ¹¹	44 (40) ¹¹
Östbergahöjden	17 (17) ¹²	61 (58) ¹²
Älvsjö industriområde	3 (0)	5 (0)

Utöver buller från lastning av bergmassor och fordonsrörelser för hjullastare och grävmaskiner inom etableringsytor, genererar masshanteringen lastbilstransporter till och från etableringsytorna. Bergmassorna transporteras med lastbil från de etableringsområden där det är aktuellt till allmän väg och vidare till mottagningsanläggningar och anläggningsverksamheter såsom väg- eller bostadsbyggen. Antalet lastbilstransporter varierar mellan etableringsytor och byggår, men beräknas vara flest från Älvsjö industriområde och Årstakrossen på grund av uttransport av TBM-massor.

Buller från lastbilstransporter av bergmassor på väg bedöms som trafikbuller. På vissa mindre vägar kommer antalet tunga transporter att öka betydligt. När lastbilstransporterna kommer ut på större trafikerade vägar blir den totala trafikökningen per dygn liten. Trafikbullernivåerna avseende lastbilstransporterna bedöms öka med som mest en till två dBA för både ekvivalent- och maximal ljudnivå vilket är i stort sett försumbart. Tillkommande lastbilstransporter kan dock upplevas mer störande om de sker nattetid eftersom trafiken då är glesare.

Samlad bedömning

Den nya tunnelbanan byggs ut i storstadsmiljö där etableringsytor oundvikligen behöver placeras i tätbefolkade områden där många människor riskerar att störas av bullrande arbeten. Majoriteten av områdena är i dagsläget utsatta för höga trafikbullernivåer, vilket minskar den tillkommande störningen. Den sträcka som påverkas av utbyggnaden är flera kilometer, därför görs den samlade bedömningen i jämförelse mot bakgrundsbullernivåer som redovisas för varje delområde. Närheten till befintlig bebyggelse och verksamheter i storstaden gör det svårt att innehålla Naturvårdsverkets riktvärden för buller från byggarbetsplatser, därför utreds bullerdämpande åtgärder. Åtgärder hanteras enligt Regionens arbetssätt med åtgärdstrappa, vilket beskrivs i avsnitt 7.1.3. Ett exempel på åtgärd är byggstaket i form av bullerskyddsskärmar med höjd 2,6 meter som placeras runt etableringsytorna och har inkluderats i bullerberäkningarna. Men då befintlig hög bebyggelse finns intill vissa arbetsområden eller ligger nära bullerkällan, finns det

¹¹ Avser planerad bebyggelse

¹² Varav majoriteten är planerad bebyggelse

svårigheter att skärma av buller i vissa lägen. Detta gäller för spontmaskiner som är höga vilket gör avskärmande bullerskyddsåtgärder svårare att genomföra.

I Naturvårdsverkets allmänna råd om buller från byggplatser (NFS 2004:15) anges att om riktvärden för buller utomhus inte kan innehållas med tekniskt möjliga eller ekonomiska rimliga åtgärder bör målsättningen vara att åtminstone innehålla riktvärden för buller inomhus. Byggandet av tunnelbanan kommer därmed att ge upphov till bullrande arbetsmoment där det är relevant att jämföra med riktvärden för buller inomhus. Från spontning vid etableringsytor utmed hela tunnelbanesträckan beräknas upp till 121 byggnader få ekvivalenta ljudnivåer inomhus över 45 dBA. Buller kommer att påverka människor som bor och arbetar nära tunnelbanebygget under tiden arbetsmomentet pågår. Förutom för Årstafältet och Älvsjö industriområde, där spontning sker under en längre tid, kommer spontning för övriga områden ske periodvis under några få månader och därefter utebli. Det går inte att generellt säga hur olika individer störs. Det beror på person, miljö och situation. Som exempel kan nämnas att vid ekvivalenta ljudnivåer över riktvärde inomhus nattetid, 30 dB(A), kan människor ha svårt att somna liksom de blir väckta.

Masshantering är ett arbetsmoment som sker närmare marknivå jämfört med spontning och bullret från det är därmed lättare att avskärma mot omgivningen. På vissa etableringsytor där det finns tillräckligt med plats kan det vara möjligt att dämpa buller från masshantering med till exempel tält eller containrar. Inga byggnader beräknas få ekvivalenta ljudnivåer inomhus över 45 dBA från masshantering.

Jämförelsen nedan är ett värsta scenario avseende luftburet buller när samtliga arbetsmoment jämförs. Det är den högsta skillnaden mot bakgrundsbullernivåer som redovisas för varje delområde, men då bullernivåerna varierar över tid och oftast är lägre, är även differensen generellt sett mindre. De beräknade ljudnivåerna avser den tid då arbetsmomentet pågår på en yta. När arbetet med spontning är över och arbetet kommit in i en arbetstunnel eller ner en bit i ett vertikalt schakt förväntas betydligt lägre ljudnivåer från byggarbetet.

Vid Lindhagensplan intill Fridhemsplan riskerar ekvivalenta ljudnivåer från de mest bullrande arbetsmomenten att överskrida bakgrundsbullernivåerna med upp till 30 dBA. Vid de mest utsatta byggnadsfasaderna riskerar den ekvivalenta ljudnivån att överskrida 90 dBA, där de högsta ljudnivåerna förväntas från spontarbete. Beräknade ljudnivåer inomhus riskerar att överskrida 60 dBA för de mest bullerutsatta byggnaderna. Området har bedömts ha hög känslighet vilket ger bedömningen måttliga till stora negativa konsekvenser om inga skyddsåtgärder genomförs.

Vid Liljeholmen riskerar ekvivalenta ljudnivåer från de mest bullrande arbetsmomenten att överskrida bakgrundsbullernivåerna med upp till 45 dBA. Vid de mest utsatta byggnadsfasaderna riskerar den ekvivalenta ljudnivån att överskrida 90 dBA, där de högsta ljudnivåerna förväntas från spontarbete. Beräknade ljudnivåer inomhus riskerar att överskrida 60 dBA för de mest bullerutsatta byggnaderna. Området har bedömts ha hög känslighet vilket ger bedömningen stora negativa konsekvenser om inga skyddsåtgärder genomförs.

Vid Södertäljevägen riskerar ekvivalenta ljudnivåer från de mest bullrande arbetsmomenten att överskrida bakgrundsbullernivåerna med upp till 20 dBA. Vid de mest utsatta byggnadsfasaderna riskerar den ekvivalenta ljudnivån att överskrida 80 dBA, där de högsta ljudnivåerna förväntas från borrhning ovan jord. Beräknade ljudnivåer inomhus riskerar att överskrida 50 dBA för de mest bullerutsatta byggnaderna. De högsta ljudnivåerna beräknas vid planerad bebyggelse, vid befintlig bebyggelse beräknas något lägre ljudnivåer.

Vid Årstaberget riskerar ekvivalenta ljudnivåer från de mest bullrande arbetsmomenten att överskrida bakgrundsbullernivåerna med upp till 30 dBA. Vid de mest utsatta byggnadsfasaderna riskerar den ekvivalenta ljudnivån att överskrida 85 dBA, där de högsta ljudnivåerna förväntas

från spontarbete den tid då arbete pågår på ytan. Beräknade ljudnivåer inomhus riskerar att överskrida 55 dBA för de mest bullerutsatta byggnaderna.

Vid Årstakrossen riskerar ekvivalenta ljudnivåer från de mest bullrande arbetsmomenten att överskrida bakgrundsbullernivåerna med upp till 30 dBA. Vid de mest utsatta byggnadsfasaderna riskerar den ekvivalenta ljudnivån att överskrida 85 dBA, där de högsta ljudnivåerna förväntas från spontarbete. Beräknade ljudnivåer inomhus riskerar att överskrida 55 dBA för de mest bullerutsatta byggnaderna. I området finns främst verksamhetsbyggnader och enstaka bostäder. Samlat har Årstaberg måttlig känslighet för bullerstörning och sammantaget bedöms störningarna innebära en hög effekt och generera måttliga till stora negativa konsekvenser om inga skyddsåtgärder genomförs.

Vid Årstafältet riskerar ekvivalenta ljudnivåer från de mest bullrande arbetsmomenten att överskrida bakgrundsbullernivåerna med upp till 30 dBA. Vid de mest utsatta byggnadsfasaderna riskerar den ekvivalenta ljudnivån att överskrida 85 dBA, där de högsta ljudnivåerna förväntas från spontarbete. Beräknade ljudnivåer inomhus riskerar att överskrida 55 dBA för de mest bullerutsatta byggnaderna. De högsta ljudnivåerna beräknas vid planerad bebyggelse, vid befintlig bebyggelse beräknas något lägre ljudnivåer. Området har bedömts ha liten till måttlig känslighet beroende på planerad bebyggelse vilket ger bedömningen måttliga negativa konsekvenser om inga skyddsåtgärder genomförs. Detta är en överskattning då bullrande arbetsmoment bedöms vara färdigställda vid inflyttning av planerad bebyggelse.

Vid Östbergahöjden riskerar ekvivalenta ljudnivåer från de mest bullrande arbetsmomenten att överskrida bakgrundsbuller med upp till 30 dBA. Vid de mest utsatta byggnadsfasaderna riskerar den ekvivalenta ljudnivån att överskrida 85 dBA, där de högsta ljudnivåerna förväntas från spontarbete. Beräknade ljudnivåer inomhus riskerar att överskrida 55 dBA för de mest bullerutsatta byggnaderna. Området har bedömts ha hög känslighet vilket ger bedömningen stora negativa konsekvenser om inga skyddsåtgärder genomförs.

Älvsjö har en måttlig till hög känslighet för bullerstörningar. I området kommer tunnelbanan ge upphov till buller vid planerat stationsläge, Älvsjö IP:s grusplan samt Älvsjö industriområde vilket beskrivs nedan. Den samlade bedömningen för Älvsjö omfattar dessa tre områden gemensamt.

Vid station Älvsjö riskerar ekvivalenta ljudnivåer från de mest bullrande arbetsmomenten att överskrida bakgrundsbullernivåerna med upp till 40 dBA. Vid de mest utsatta byggnadsfasaderna riskerar den ekvivalenta ljudnivån att överskrida 100 dBA, där de högsta ljudnivåerna förväntas från spontarbete. Beräknade ljudnivåer inomhus riskerar att överskrida 70 dBA för de mest bullerutsatta byggnaderna.

Vid Älvsjö IP:s grusplan riskerar ekvivalenta ljudnivåer från de mest bullrande arbetsmomenten att överskrida bakgrundsbullernivåerna med upp till 10 dBA. Vid de mest utsatta byggnadsfasaderna riskerar den ekvivalenta ljudnivån att överskrida 75 dBA, där de högsta ljudnivåerna förväntas från spontarbete. Beräknade ljudnivåer inomhus riskerar att överskrida 45 dBA för de mest bullerutsatta byggnaderna.

Vid Älvsjö industriområde riskerar ekvivalenta ljudnivåer från de mest bullrande arbetsmomenten för samtliga anläggningsdelar att överskrida bakgrundsbullernivåerna med upp till 40 dBA och cirka 5 dBA vid bostäder väster om Västra stambanan. Vid de mest utsatta byggnadsfasaderna (vid närliggande verksamhetsbyggnader) riskerar den ekvivalenta ljudnivån att överskrida 95 dBA, där de högsta ljudnivåerna förväntas från spontarbete. Vid bostäder beräknas de ekvivalenta ljudnivåerna överskrida 70 dBA. Beräknade ekvivalenta ljudnivåer inomhus riskerar att överskrida 65 dBA för de mest bullerutsatta verksamhetsbyggnaderna. Vid bostäder beräknas de ekvivalenta ljudnivåerna inomhus riskera att överskrida 40 dBA.

Älvsjö har en måttlig till hög känslighet och tunnelbanans utbyggnad innebär en stor negativ effekt vilket ger måttliga till stora negativa konsekvenser om inga skyddsåtgärder vidtas.

Arbeten vid planerade luftutbytesschakt, brandgasschakt och arbeten för teknikbyggnaden kommer tillfälligt att generera höga ljudnivåer, där de högsta ljudnivåerna förväntas från spontarbete och borrning ovan jord. Störningarna är övergående då arbetena sker under två månaders tid vilket sammantaget innebär små till måttliga negativa konsekvenser i dessa områden om inga skyddsåtgärder vidtas.

Sammanfattningsvis bedöms konsekvenserna bli stora negativa vid Liljeholmen och Östberga eftersom områdena har hög känslighet och störningarna vid planerat stationsläge pågår under en längre tid. Luftburet buller vid övriga platser från arbeten med sänkschakt, stationer, arbetstunnlar och masshantering kommer sammantaget att generera måttligt till stora negativa konsekvenser. Bullerskyddsåtgärder för byggtiden utreds för att minska dessa störningar till omgivningen i syfte att förebygga olägenhet och minska påverkan på människors hälsa. Med skyddsåtgärder kan bullerstörningarna minska men inte helt utebli.

7.1.5 Stomljud

7.1.5.1 Konsekvenser nollalternativ

Nollalternativet innebär att det inte sker någon utbyggnad av tunnelbanan och därmed uppkommer inget stomljud till följd av byggandet av tunnelbanan till Älvsjö. Byggandet av andra undermarksanläggningar, såsom Mässtunneln, kommer att orsaka stomljudsstörningar vid Liljeholmen och Älvsjö. Stomljud kan även förekomma under kortare perioder utmed planerad spårinje oorsakade av markarbeten i samband med bostadsbyggande. Nollalternativet innebär små negativa konsekvenser.

7.1.5.2 Konsekvenser under byggtiden

Stomljud uppstår vid borrning i berg med TBM samt för arbetsmomenten borrning och sprängning, borrning för injektering, salvborrning, sprängning och borrning för bergförstärkning. Andra arbeten som alstrar stomljud är drivning av vertikala schakt, hisschakt, luftutbytesschakt och brandgasschakt samt skrotning (bergrensning) av bergväggar och tak. Påverkan blir störst då avståndet till byggnader är som minst, vilket normalt är vid sänkschakt, stationsuppgångar, vertikala schakt och vid tunnelfronten där det borrar för sprängningar i arbetstunnlarna samt vid tunnelfronten för TBM-borrning.

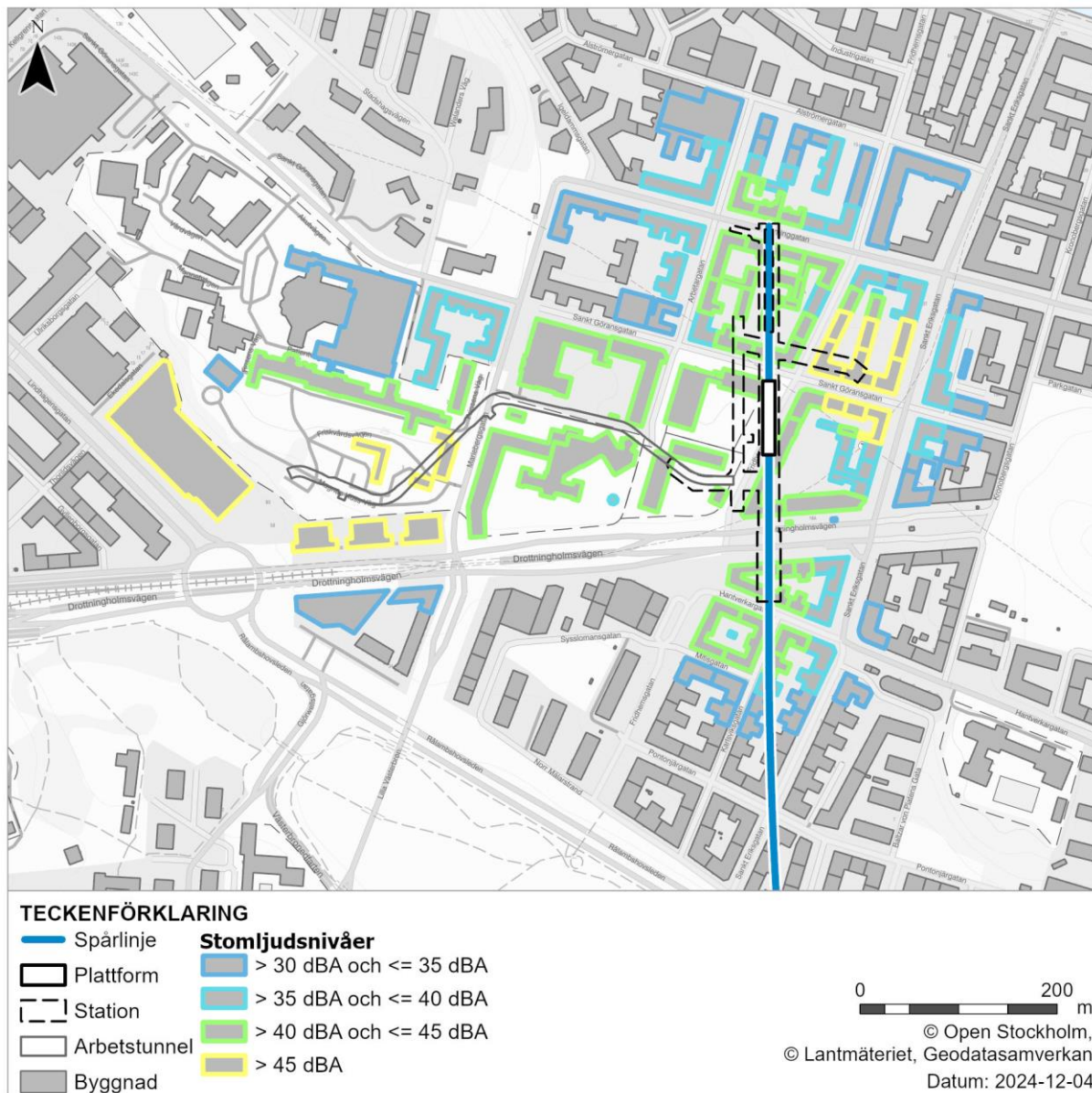
I byggnader som är grundlagda på berg eller som har pålar som vilar på berg dämpas stomljudet mindre än om grundläggningen vilar på morän eller andra jordarter. Det medför att risken för störningar är störst i byggnader som är grundlagda direkt på berg. I beräkningarna antas att alla byggnader är grundlagda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

Borrning och sprängning

De första stomljudsalstrande momenten i byggandet av tunnelbanan är drivning av arbetstunnlar, vertikala schakt och stationsutrymmen. Stomljudet uppstår då man utför injekteringsborrning, och salvborrning. Stationerna och utrymmena i berg som behöver friläggas är relativt stora och vissa stationer har även växelpartier i anslutning till stationen som också ska tas ut med borrning och sprängning vilket genererar stomljud. I Figur 83, Figur 84, Figur 85 och Figur 88 visas högsta beräknade stomljuds nivåer inomhus från byggande av arbetstunnlar och stationsutrymmen. Dessa moment sker löpande efter varandra. Stomljudet förflyttas med tunnelfronten vid byggnation av arbetstunnlar medan störningen från byggande av stationsutrymmen uppstår inom samma plats. I

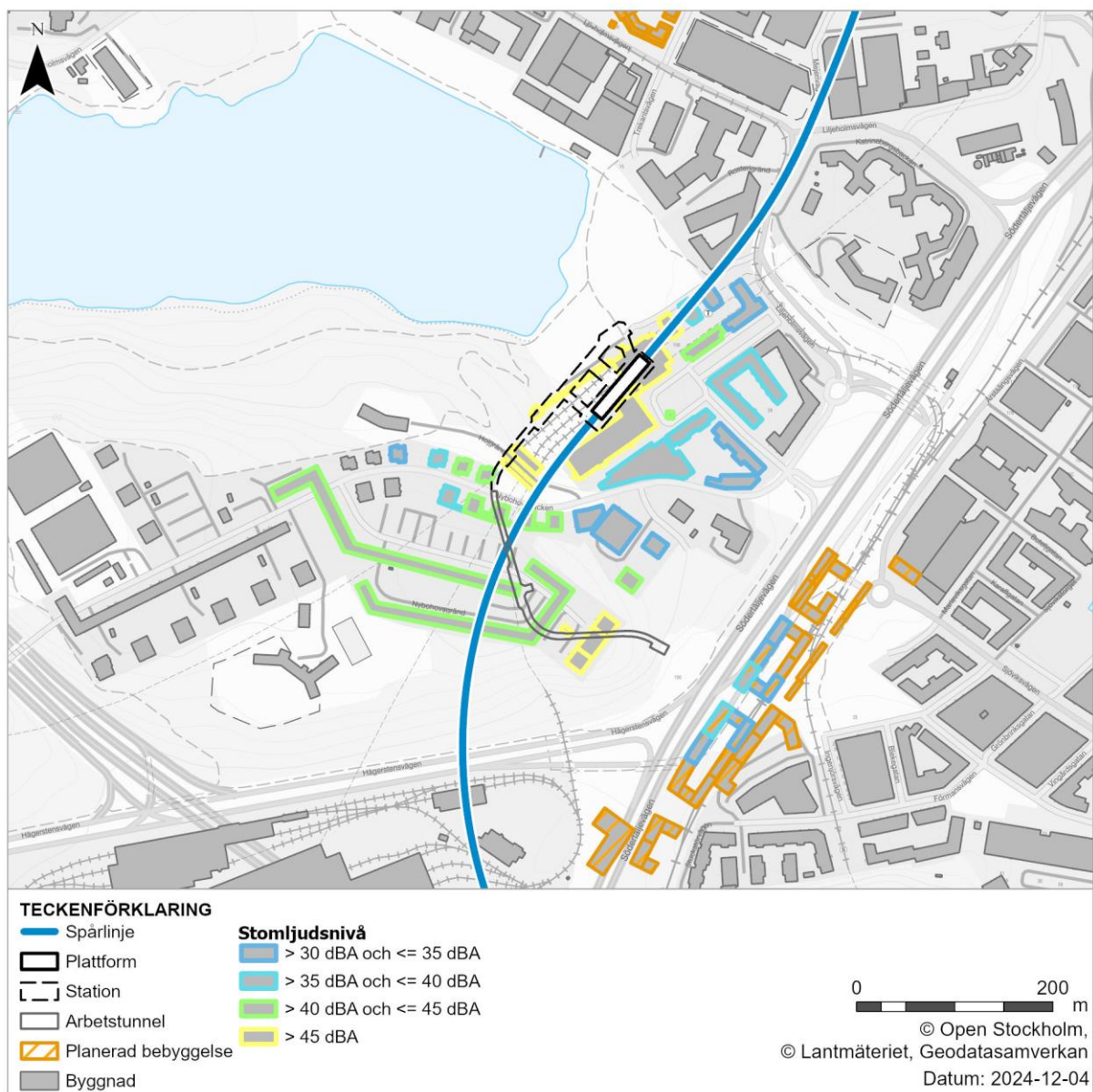
Figur 86 och Figur 87 visas stomljudsnivåer inomhus från byggande av sänkschakt och stationsutrymmet för Årstafältet och Östbergahöjden.

Ytterligare ett stomljudsalstrande arbete sker då depån ska byggas. När borrning sker för vändspåren genereras stomljud, se Figur 89. Även borrning i berg inför schaktarbeten kommer att pågå.

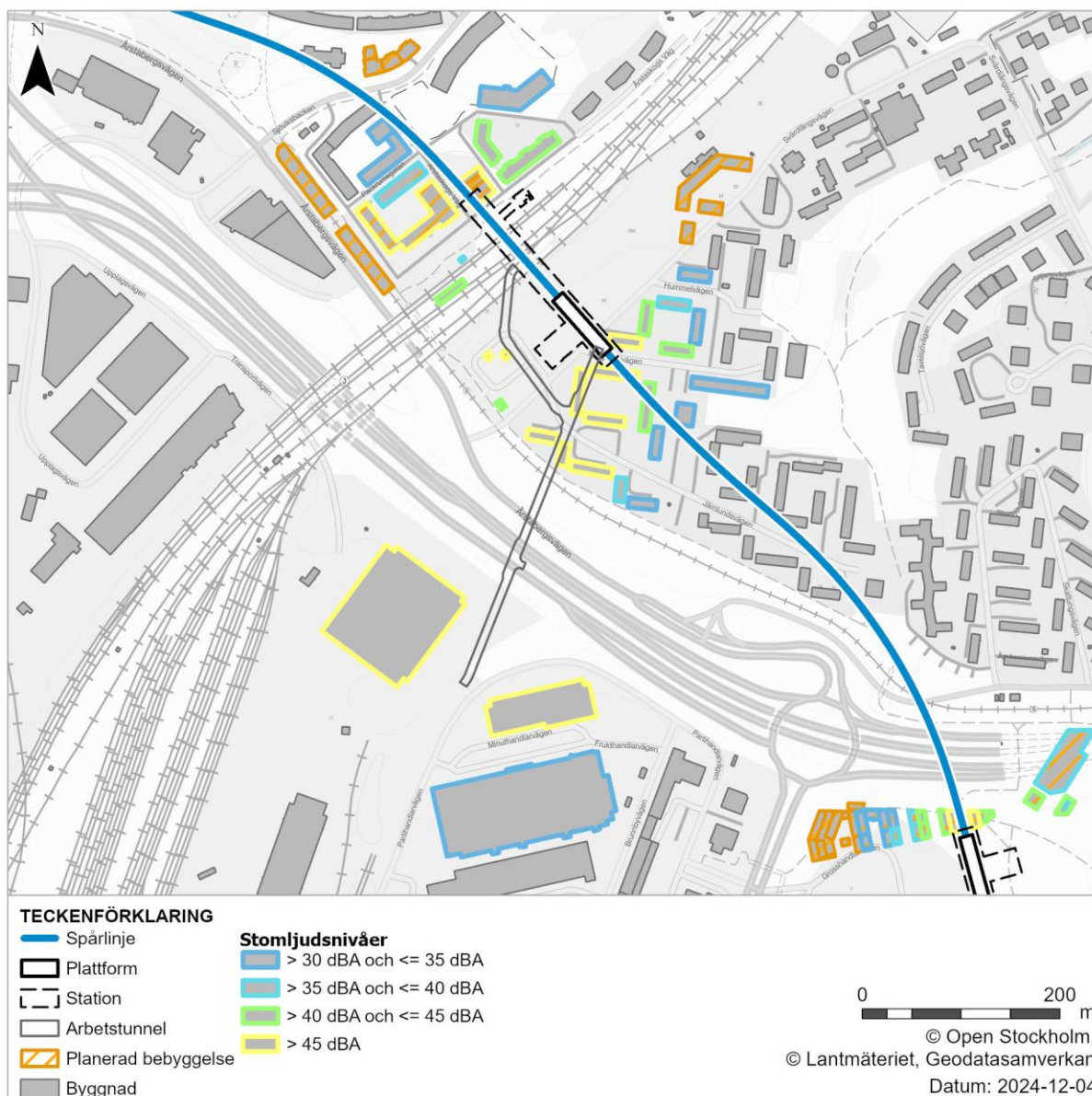


Figur 83. Ekvivalenta stomljudsnivåer inomhus från byggande av arbetstunnel och stationsutrymme vid Fridhemsplan. Borrning och sprängning för arbetstunnel och stationsutrymme pågår periodvis under cirka tre år.

När arbetstunneln drivs till station Fridhemsplan kan anpassade byggmetoder nyttjas som innebär lägre stomljudsnivåer än de som presenteras som värsta scenario i Figur 83 samt maskiner som ger en lägre vibrationspåverkan.



Figur 84. Ekvivalenta stomljudsnivåer inomhus från byggande av arbetstunnel och stationsutrymme vid Liljeholmen. Borrning och sprängning för arbetstunnel och stationsutrymme pågår periodvis under kortare än cirka tre år.



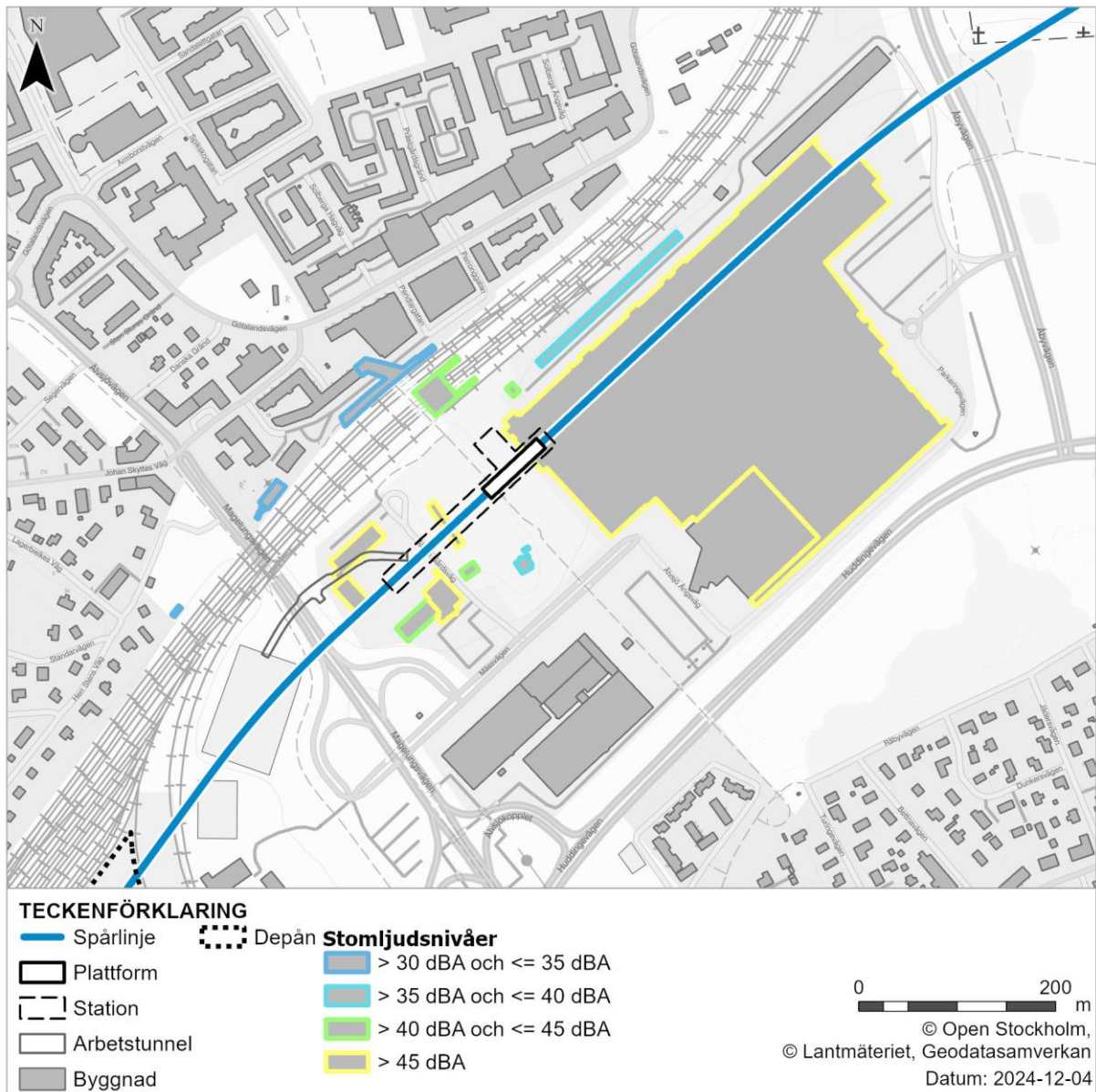
Figur 85. Ekvivalenta stomljuds nivåer inomhus från byggande av arbetstunnel och stationsutrymme vid Årstaberget. Borring och sprängning för arbetstunnel och stationsutrymme pågår periodvis under cirka två och ett halvt år.



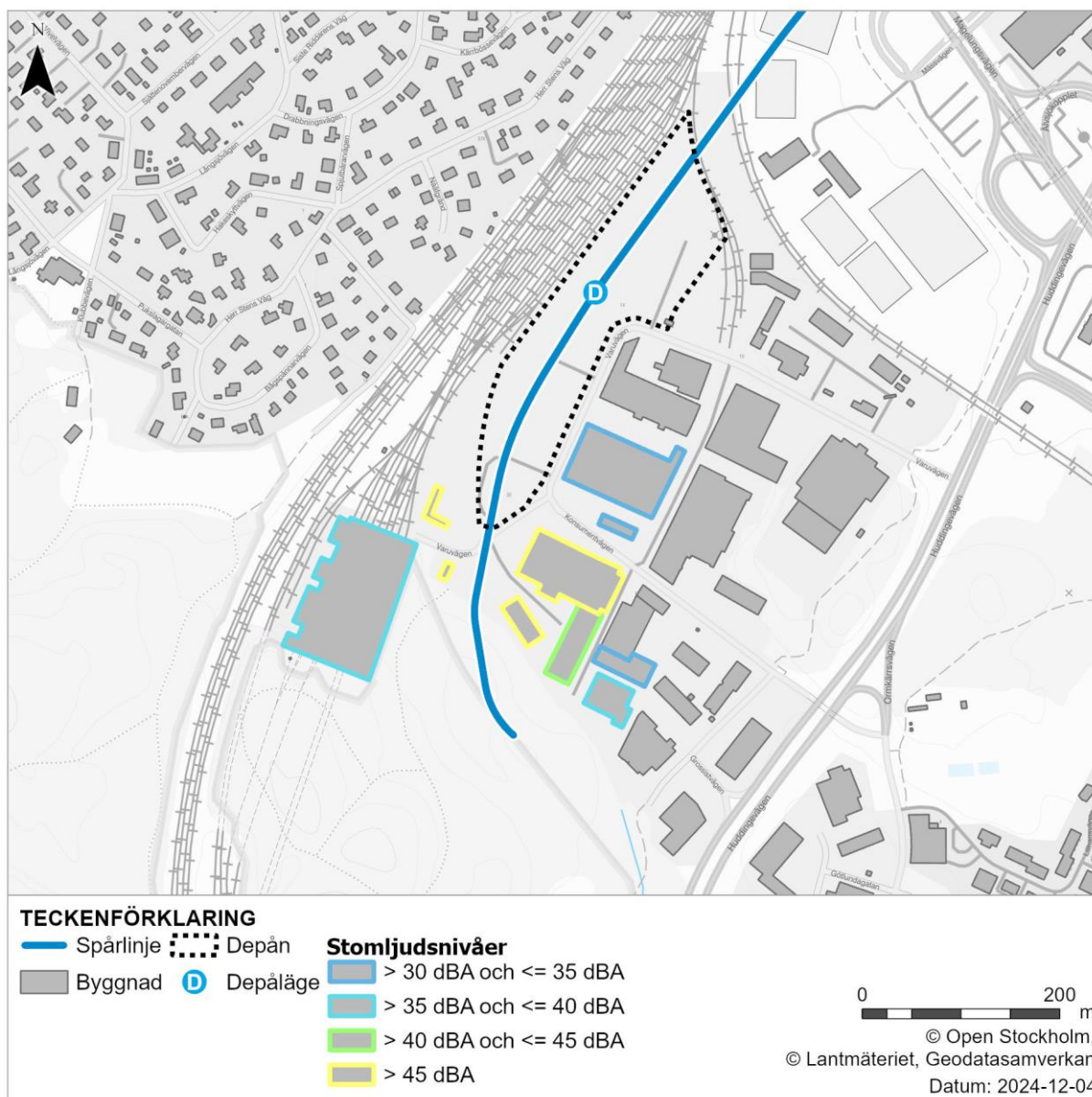
Figur 86. Ekvivalenta stomljuds nivåer inomhus från byggande av vertikalt schakt och stationsutrymmen vid Årstafältet. Även stomljuds nivåer från Årstabergets arbetstunnel redovisas i övre vänstra hörnet i figuren. Borrning och sprängning för sänkschakt och stationsutrymme pågår periodvis under cirka ett år och nio månader.



Figur 87. Ekvivalenta stomljudsnivåer inomhus från byggande av vertikalt schakt och stationsutrymmen för Östbergahöjden. Borrning och sprängning för sänkschakt och stationsutrymme pågår periodvis under kortare än tre år.



Figur 88. Ekvivalenta stomljuds nivåer inomhus från byggande av arbetstunnel och stationsutrymme vid Älvsjö. Borrning och sprängning för arbetstunnel och stationsutrymme pågår periodvis under cirka två år.



Figur 89. Ekvivalenta stomljuds nivåer inomhus från byggande av vändspår vid Älvsjö industriområde.

Tabell 18. Antal byggnader som beräknas få ekvivalenta stomljuds nivåer inomhus över 35 dBA och 45 dBA från byggande vid arbetstunnlar, hisschakt, sänkschakt, stationsutrymmen och depå. Varav inom parentes visas antal berörda bostadsbyggnader.

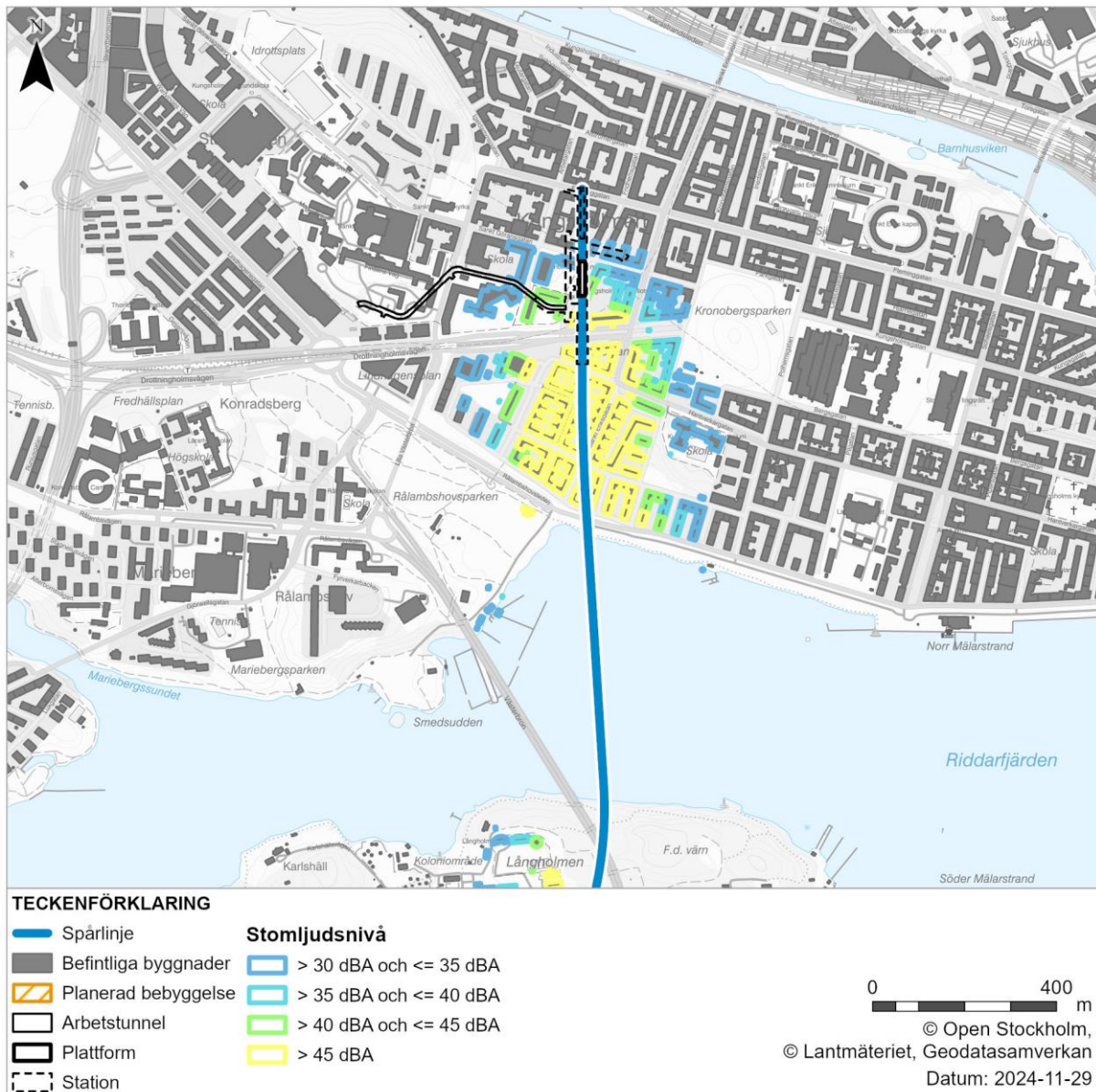
ETABLERINGSYTA VID STATION	ANTAL BYGGNADER MED LJUDNIVÅER INOMHUS, DBA LEQ.	
	>35 dBA och ≤ 45 dBA	>45 dBA
Fridhemsplan	76 (53)	16 (11)
Liljeholmen	39 (28)	11 (3)
Årstaberget	22 (16)	13 (9)

ETABLERINGSYTA VID STATION	ANTAL BYGGNADER MED LJUDNIVÅER INOMHUS, dBA LEQ.	
	>35 dBA och ≤ 45 dBA	>45 dBA
Årstafältet	14 (13)	2 (2)
Östbergahöjden	15 (12)	2 (2)
Station Älvsjö	7 (0)	5 (0)
Depån	3 (0)	4 (0)

Även stomljud från byggande av luftutbytesschakt och brandgasschakt kommer att uppkomma, men under betydligt kortare tid än för arbeten vid stationsmiljöerna.

Fullortsborrning

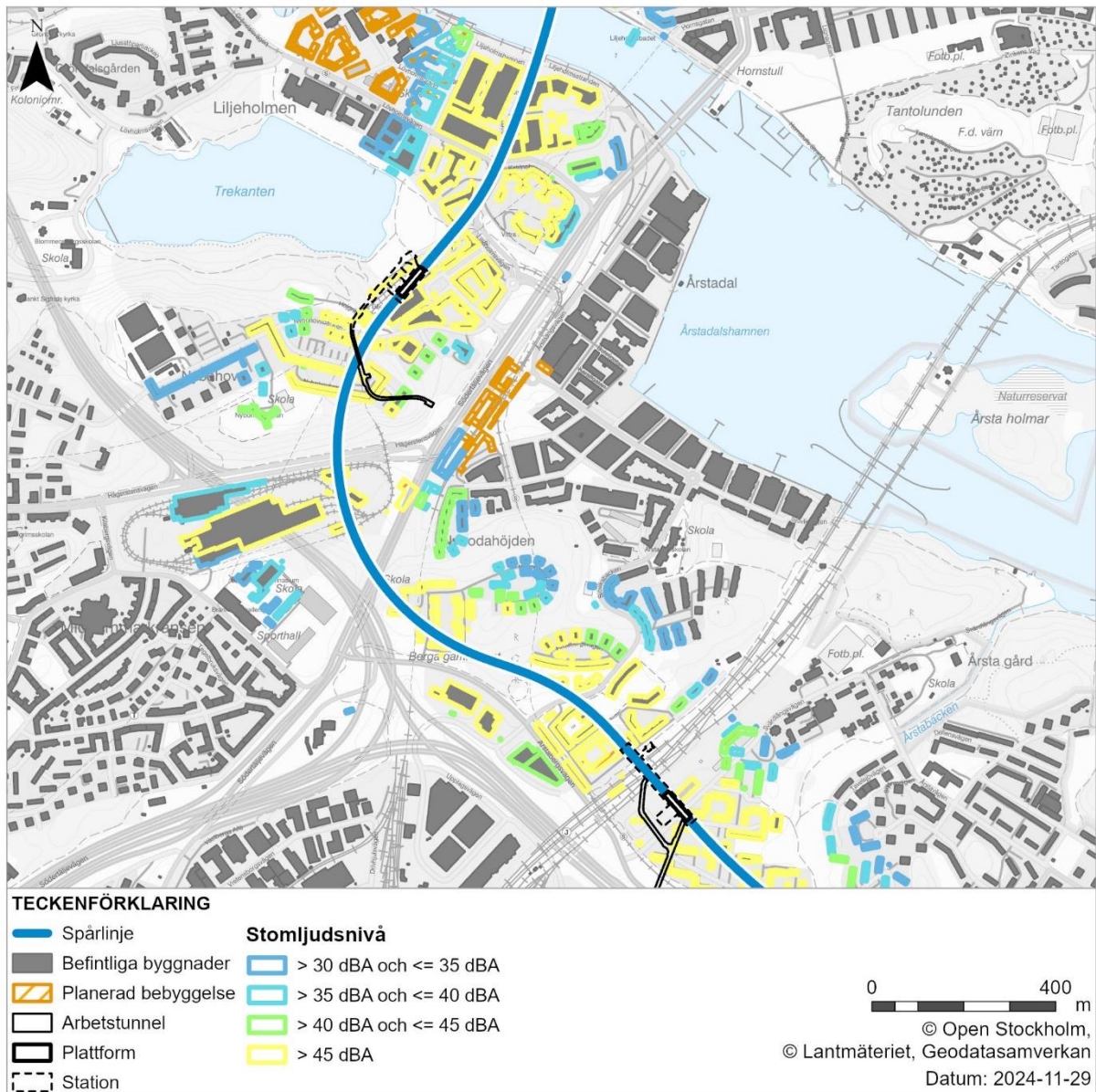
Fullortsborrning med TBM genererar stomljud när tunneln borrar ut i berget. När stationsutrymmet vid Älvsjö är utsprängt kan TBM börja borra de två spårtunnlarna från Älvsjö industriområde norrut mot Fridhemsplan. Byggmetoden kommer att generera stomljud där nivåer varierar beroende på avstånd mellan tunnelfront och byggnad samt geologiska förutsättningar. Stomljud från TBM kommer att uppstå i berggrundlagda byggnader. Figur 90 till och med Figur 94 illustrerar beräknade ekvivalenta stomljuds nivåer inomhus vid tunneldrivning med TBM. Beräkningarna utgår ifrån ett värsta scenario (grundläggning på berg och källarplan) enligt avsnitt 7.1.1. Figurerna nedan ger en förenklad översikt av stomljudet där varje position tunnelfronten har vid drivning inom delområdet illustreras samtidigt i kartan. De faktiska stomljuds nivåerna inomhus kommer att följa tunnelfronten.



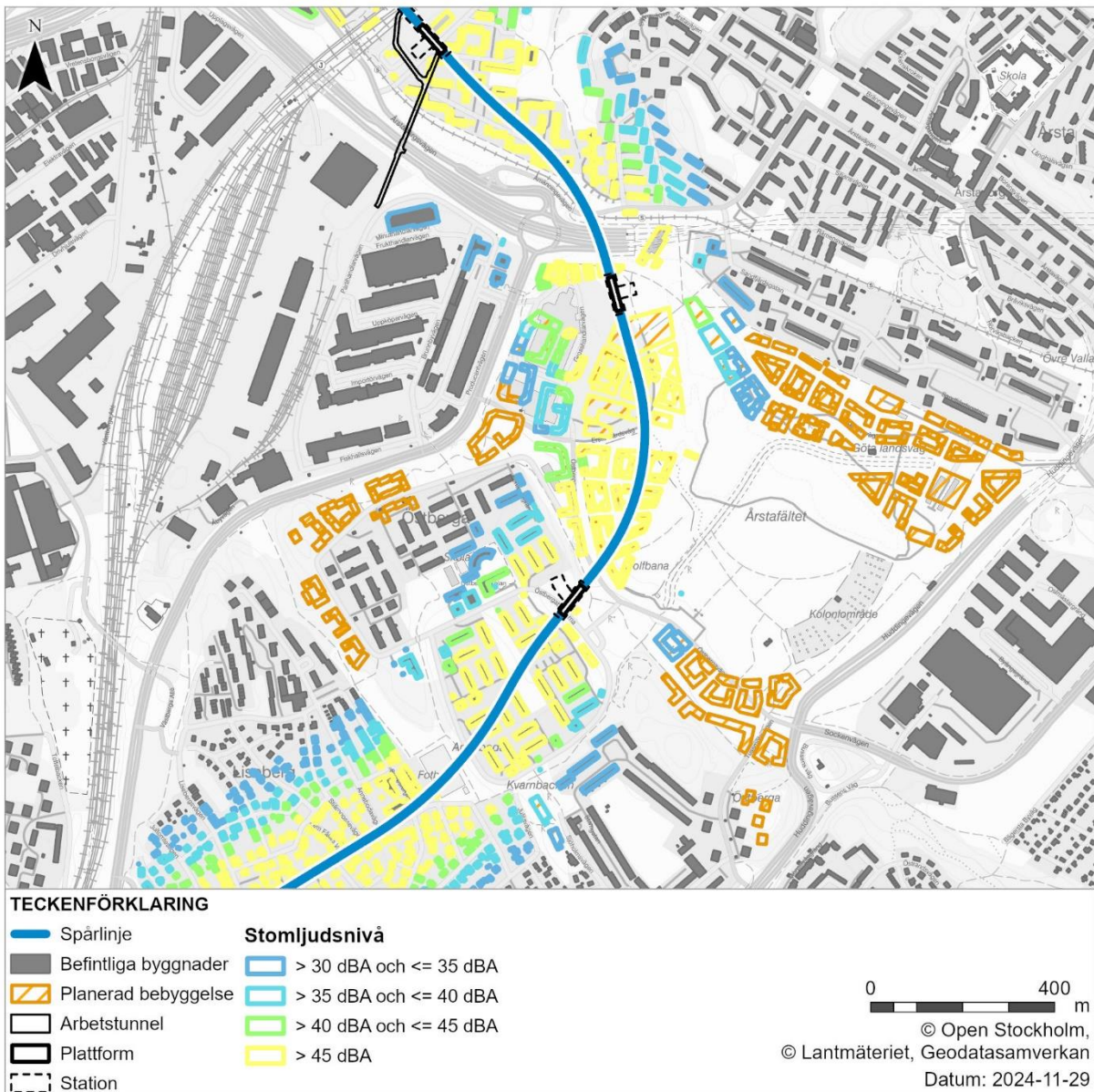
Figur 90. Ekvivalenta stomljuds nivåer inomhus från tunneldrivning med TBM mellan Kungsholmen och Långholmen.



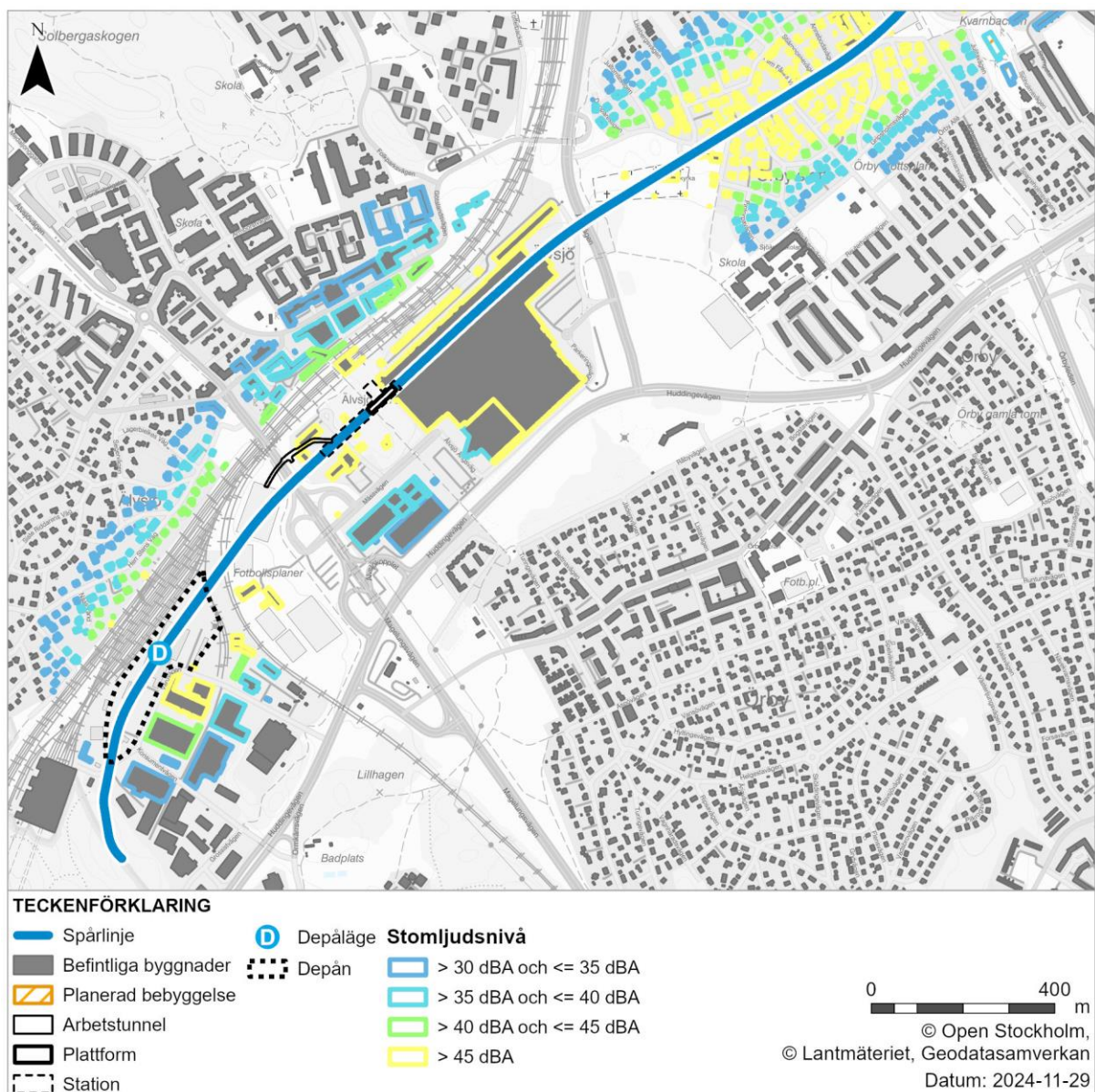
Figur 91. Ekvivalenta stomljuds nivåer inomhus från tunneldrivning med TBM mellan Kungsholmen och Södermalm.



Figur 92. Ekvivalenta stomljuds nivåer inomhus från tunneldrivning med TBM mellan Liljeholmen och Årstaberg.



Figur 93. Ekvivalenta stomljuds nivåer inomhus från tunneldrivning med TBM mellan Årstaberg, Årstafältet och Östberghöjden.



Figur 94. Ekvivalenta stomljuds nivåer inomhus från tunneldrivning med TBM mellan Örby och Älvsjö.

Tunnel drivning med TBM har en framdrift i storleksordningen preliminärt 50 till 100 meter per vecka. Det innebär att en byggnad belägen rakt ovanför tunneln kan få beräknade stomljuds nivåer enligt Tabell 19. Tabellen är ett beräknat exempel på stomljud vid passage av TBM och gäller inte en specifik del av sträckan. TBM genererar en hög ekvivalent ljudnivå men den totala tiden en byggnad beräknas påverkas av stomljud är begränsad. De som påverkas av spårtunnlarnas stomljud kan uppleva ett monotont, ihållande ljud med låg frekvens som är av en dov karaktär, typ "Finlandsfärja" eller "tvättmaskinsbuller".

Tabell 19. Beräknade stomljuds nivåer, vid passage av en TBM. Antal veckor över 30 dBA samt 45 dBA för en byggnad med vertikalt avstånd 50 meter till tunneln.

BYGGMETOD	ANTAL VECKOR ÖVER 30 dBA	ANTAL VECKOR ÖVER 45 dBA	HÖGSTA BERÄKNADE STOMLJUDSNIVÅ
TBM	9	5	65 dBA

I och med att två parallella enkelspåriga tunnelrör för spårtrafik ska anläggas kommer det användas två TBM för att borra tunnelarna. Ett troligt avstånd mellan TBM-fronterna är runt 500 till 800 meter. Vid sådana avstånd mellan fronterna så uppstår ingen kumulativ effekt av stomljud från tunneldrivning. Kumulativ effekt uppstår endast om drivningsfronterna hamnar närmare än planerat, vid en situation då ena TBM får längre drivningsuppehåll och den andra TBM driver enligt plan. Vid ett sådant beräknat värsta scenario för stomljudspåverkan, behöver två TBM-fronter ha cirka 200 meters avstånd, vilket då innebär att byggnader påverkas av stomljud från båda tunnelarna samtidigt. Den totala stomljudsnivån riskerar då att bli upp till 3 dBA högre än om byggnaden enbart påverkas av en tunnelborrmaskin.

Längs med tunnelsträckan passeras olika slags omgivningar. Tunnelarna passerar boendemiljöer och verksamheter. Det finns även sträckor längs med spårlinjen utan vare sig boende eller verksamheter ovanför tunnelarna, exempelvis passage under Mälaren.

När stationerna är utsprängda och TBM nått Årstaberget kan de första arbetena med att bygga tvärtunneln påbörjas. Stomljudet från borrhning och sprängning ger upphov till stomljud som är cirka 15 till 20 dBA lägre än för TBM och kan då uppstå under cirka två veckors tid vid borrhning för injektering och sprängning när tvärtunneln byggs.

Samlad bedömning

Sammanfattningsvis kommer stomljud att uppstå från olika typer av arbeten med den kommande tunnelbanan. Trots stundtals höga stomljudsnivåer, sker de flesta stomljudsalstrande arbetena inte samtidigt eller vid samma platser. Flera arbetsmoment sker med längre uppehåll på grund av logistik, vilket innebär att störningar sker under en begränsad tid vid varje tillfälle. Åtgärder hanteras enligt Regionens arbets sätt med åtgärdstrappa, se avsnitt 7.1.3. Störningar från stomljud kan endast begränsas genom reglering av den tid stomljudsalstrande arbeten utförs. Då bullerdämpande skyddsåtgärder för stomljud inte kan genomföras vid bullerkällan kan boende som får stomljudsnivåer över riktvärden erbjudas exempelvis tillfällig vistelse.

Känsligheten varierar mellan måttlig till hög utmed sträckan med varierande täthet på bostadsbebyggelse, vårdlokaler, skolor och förskolor. Från spårtunneldrivningen bedöms stomljudet ge stora negativa effekter. Tunnelfronten passerar områden under en begränsad tid, vilket bedöms ge måttliga till stora negativa konsekvenser. Stomljudsalstrande arbeten vid stationslägena sker under en lång tid vilket ger måttliga till stora negativa konsekvenser. Från arbetstunneln kommer bullerstörningen vara mer begränsad eftersom fronten likt för TBM flyttar geografiskt beroende på tunneldrivningens framdrift. Stomljud från byggande av tvärtunneln, luftutbytesschakt och brandgasschakt kommer att uppkomma, men under betydligt kortare tid än för arbeten vid stationsmiljöerna.

7.1.6 Kumulativa konsekvenser av bullerstörningar

Då fler än ett byggarbetsmoment påverkar samma områden eller byggnader samtidigt finns det risk för så kallade kumulativa effekter. Det innebär att ljuden från flera ljudkällor behöver adderas.

Sådana kumulativa effekter uteblir till stor del inom projektet då majoriteten av de bullrande arbetsmomenten vid närliggande etableringsytor utförs olika tider, i moment efter varandra på etableringsytorna, exempelvis spontning följt av borrhning och sprängning. Det medför att risken för kumulativa effekter från luftburet buller och stomljud är mycket små.

Begränsade kumulativa effekter kan trots detta uppstå inom projektet, exempelvis vid området runt Älvsjö där spontning vid Älvsjö industriområde och planerad station Älvsjö förväntas kunna ske samtidigt och till viss del påverkar samma område.

Masshantering sker under lång tid och kommer till viss del ske samtidigt som exempelvis borrhning i berg vilket genererar stomljud. Kumulativt luftburet buller och stomljud skulle därmed kunna ge ljudnivåer över riktvärden inomhus för byggnader som ligger nära där borrhning och masshantering sker samtidigt. Som ett exempel kan borrhning i berg riskera att ge stomljuds nivåer över 45 dBA inom cirka 45 meter från ljudkällan. Om både stomljuds nivåer och luftljuds nivåer inomhus uppgår till 43 dBA vardera så blir den sammanlagda ljudnivån inomhus 46 dBA, vilket överskrider riktvärdet 45 dBA inomhus dagtid (kl. 07-19). Luftburet buller från masshantering riskerar att ge ljudnivåer inomhus över 45 dBA inom cirka 20 meter från ljudkällan. På så korta avstånd är stomljuds nivå från borrhning högre än 45 dBA vilket innebär att inga tillkommande bullerberörda byggnader förväntas få överskridande av riktvärden om masshantering och stomljuds alstrande arbete sker samtidigt. Sammantaget bedöms kumulativa konsekvenser av bullerstörningar inom projektet som små.

Det kommer att kunna ske bullerstörningar från andra pågående projekt som sker samtidigt som tunnelbanan byggs. Luftburet buller och stomljud orsakat av arbeten kan förekomma i samband med bostadsbyggande och förväntas uppkomma vid Liljeholmen, Älvsjö och eventuellt Årstafältet. När tidplaner för genomförandet av detaljplaner är uppdaterade, kan kontrollprogrammen avseende buller behöva samordnas.

7.2 Vibrationer

Konsekvenser: Vibrationer

- Vibrationskraven enligt Svensk standard kommer att följas i normalfall.
- Kulturhistoriskt värdefulla byggnader beaktas enligt särskild åtgärdsplan som kommer att följas.

7.2.1 Allmänt om vibrationer

Drivmetoden med tunnelborrmaskin alstrar inte några vibrationer som kan skada byggnader. Detta eftersom berget spräcks loss genom att så kallade ”kuttrar”, som finns längst fram på borrhuvudet, genom tryck och rotation från borrhuvudet spräcker eller skivar loss flisor av berget i stället för att loss hålla det genom sprängning.

Vibrationer uppkommer framför allt vid sprängningsmomentet för drivningsmetod borra-spräng. Vibrationer fortplantar sig i marken och är som störst närmast sprängningsplatsen men dämpas med avståndet från källan. Höga vibrationer kan orsaka förändringar, så som sprickor i hus och anläggningar, samt påverka vibrationskänslig utrustning.

Vid vibrationsalstrande arbeten tillämpar Region Stockholm bland annat svensk standard, se nedan.

- Svensk Standard SS 460 48 66: 2011, Vibrationer och stöt – Riktvärden för sprängningsinducerade vibrationer i byggnader
- Svensk Standard 02 52 11, Vibration och stöt – Riktvärden och mätmetod för vibrationer i byggnader orsakade av pålning, spontning, schaktning och packning
- Svensk Standard 02 52 10 Vibration och stöt – Sprängningsinducerade luftstöt vågor – Riktvärden för byggnader

- Svensk Standard 460 48 60:2022 – Vibration och stöt – Metod för syneförrättning av byggnader och anläggningar i samband med vibrationsalstrande verksamhet

De svenska standarderna föreskriver ett arbetssätt, som Region Stockholm 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 besiktas före och efter vibrationsalstrande arbeten utförs.

En riskbedömning för vibrationsalstrande byggarbeten ska upprättas och ligga till grund för besiktningsområdets utsträckning. Omfattningen av en sådan riskbedömning behöver ställas i relation till projektets storlek och möjliga effekter. I riskbedömningen ska hänsyn också tas bland annat till omfattningen av de vibrationsalstrande byggarbetena i förhållande till aktuella omgivningsförutsättningar, såsom kulturhistoriska värden, riskkonstruktioner, infrastruktur, teknik eller grundvattennivåer. Besiktningens omfattning och detaljeringsgrad ska utgå från riskbedömningen där utförare av riskbedömningen ska vara sakkunnig.

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

Erfarenheterna från större infrastrukturprojekt i Stockholmsområdet är att inventerings- och besiktningsområdet som brukligt tillämpas 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 på vardera sida om planerad infrastruktur i flera stora infrastrukturprojekt i Stockholm vilket även Region Stockholm valt som avstånd i utbyggnaden av tunnelbanan. De avstånd som angetts ovan och även i fortsättningen, om inte annat anges, avser horisontella mått.

Region Stockholm håller för närvarande på att bygga ut tunnelbanan till Nacka och Söderort, Arenastaden och till Barkarby. Dessutom bygger Regionen ut befintlig depå i Högdalen. Regionen arbetar i enlighet med åtgärdsplanen nämnd ovan och efter samma arbetsprocess i alla projekt. Arbetet har fungerat väldigt väl och arbetsprocessen har varit ett strukturerat sätt att hantera och att få ett likartat sätt att arbete med kulturbyggnader inom de olika utbyggnadsgrenarna.

7.2.2 Bedömningsskala

Någon bedömningsskala redovisas inte för konsekvenser av skador från vibrationer eftersom arbetssättet syftar till att säkerställa att bebyggelsen inte utsätts för skador och hanterar projektets påverkan.

7.2.3 Konsekvenser nollalternativ

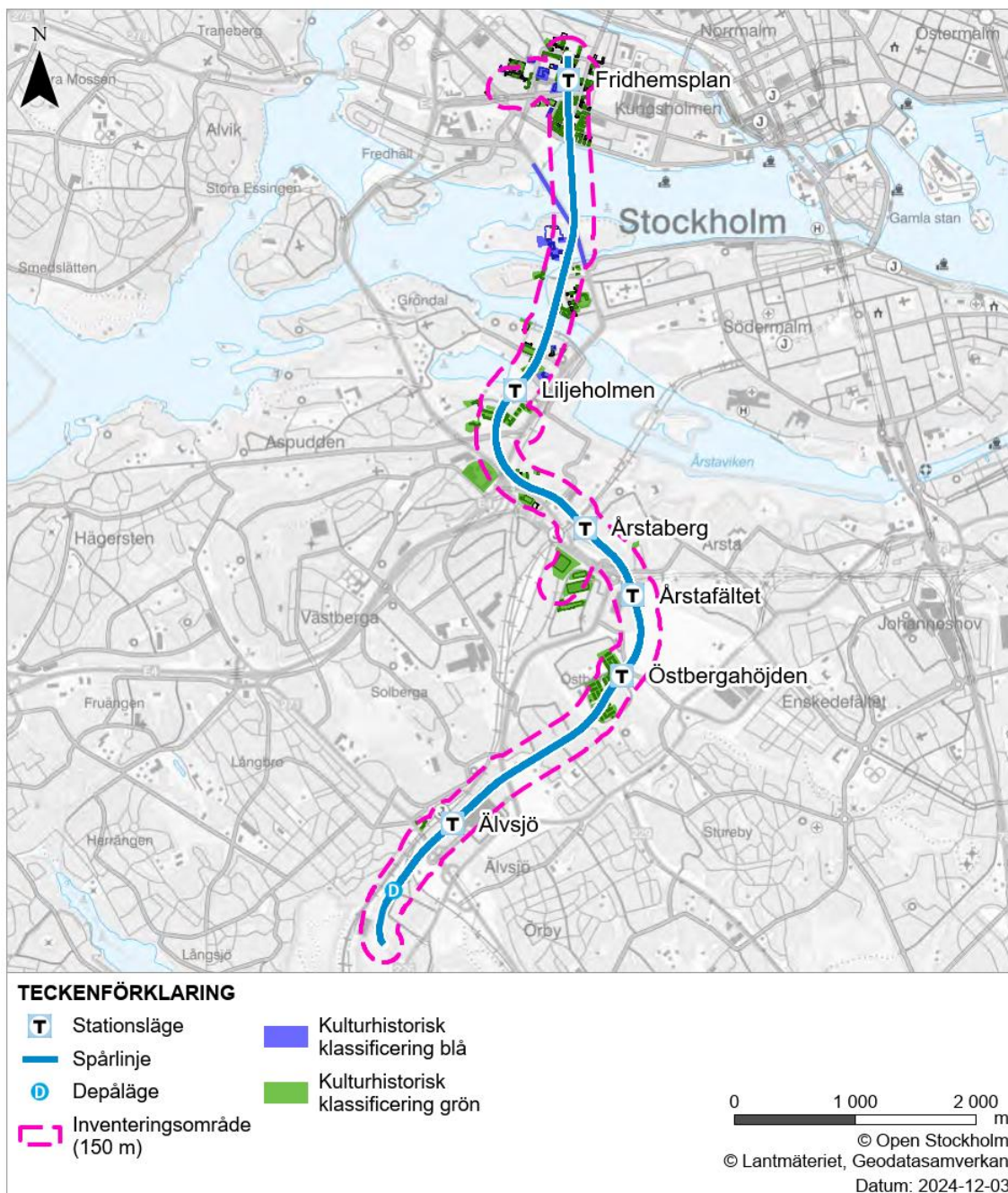
Nollalternativet innebär att det inte sker någon utbyggnad av tunnelbanan och därmed uppkommer inga vibrationer till följd av byggandet av tunnelbanan till Älvsjö. I ett nollalternativ kan närliggande projekt anläggas, vilket kan medföra vibrationspåverkan under byggtiden från spontning, pålning och sprängning. Med ett förfarande enligt tidigare beskrivna standarder antas det inte uppkomma konsekvenser för byggnader.

7.2.4 Konsekvenser under byggtiden

Sprängningsarbeten orsakar vibrationer som kan innebära risk för skador på byggnader. Vid sprängning i vissa områden finns risk för att exempelvis kulturhistoriskt värdefullt material som fasta glaspartier, stuckatur, kakelugnar och måleri kan komma att skadas, även om sådan risk

bedöms som liten. Inom ramen för åtgärdsplanen genomförs en inventering av kulturhistoriska byggnader för att bedöma om det finns behov av särskilda åtgärder såsom varsam sprängning för att inte skada de kulturhistoriska värdena, se ungefärlig avgränsning av inventeringsområdet i Figur 95.

Risk för vibrationsrelaterade skador på byggnader (inklusive kulturbyggnader) och anläggningar bedöms närapå obefintlig med TBM-metoden medan borrhning och sprängning bedöms medföra mycket liten risk. Riskbedömning utgår från erfarenhet från pågående utbyggnadsprojekt, där tunnlar sprängts ut med närhet till byggnader och anläggningar, metod med åtgärdsplan samt platsanpassad framdrift. Borrhning och sprängning planeras i betydligt mindre omfattning i jämförelse med pågående utbyggnadsprojekt. Då arbetssättet med åtgärdsplan för vibrationer följs är riskerna för skador på byggnader liten med små eller inga negativa effekter. Inga till små negativa konsekvenser bedöms uppkomma under byggtiden.



Figur 95. Ungefärligt inventeringsområde för de kulturhistoriska byggnaderna som utreds med avseende på vibrationer inom ramen för åtgärdsplanen.

7.3 Masshantering och transporter

Under byggtiden genereras jord- och bergmassor från arbeten med schakter, tunnlar och stationsutrymmen. Enligt en översiktlig uppskattning kommer cirka 70 000 kubikmeter jordmassor samt cirka 1 500 000 kubikmeter fast berg att genereras och behöva transporteras ut. Hantering av massorna infattar även transporter. Region Stockholm har tagit fram en generell masshanteringsplan, se Bilaga B4 *Masshanteringsplan*. Den generella masshanteringsplanen syftar till att redovisa de berg- och jordmassor som genereras inom projektet samt Regionens behov av massor och möjliga användningsområden. Masshanteringsplanen utgör underlag för hur projektet ska arbeta med masshantering och har använts inom pågående utbyggnadsprojekt av förvaltning för utbyggd tunnelbana. Inför utbyggnaden av tunnelbana mellan Fridhemsplan och Älvsjö har masshanteringsplanen uppdaterats.

Regionen kommer att ta fram en mer detaljerad masshanteringsplan i samråd med tillsynsmyndigheten (miljöförvaltningen i Stockholms stad) innan byggstart.

7.3.1 Masshanteringsplan

Förvaltning för utbyggd tunnelbana har en övergripande masshanteringsplan som syftar till att redovisa de berg- och jordmassor som uppstår inom tunnelbaneutbyggnaden, samt Regionens behov av bergmassor och möjliga användningsområden. Masshanteringsplanen utgör underlag för hur projektet ska arbeta med masshantering och är även ett led i att förtydliga hur de massor som utbyggnaden av tunnelbanan genererar bör hanteras i enlighet med de övergripande målen i den av Länsstyrelsen, Region Stockholm, Trafikverket och Stockholm stads gemensamma masshanteringsstrategin. Med anledning av den nya utbyggnaden av tunnelbanan mellan Fridhemsplan och Älvsjö har Regionens masshanteringsplan reviderats. Detta med anledning av att denna utbyggnadsgren använder byggmetoden TBM, vilket är en byggmetod som inte används i Regionens pågående utbyggnadsprojekt. Tidigare framtagen masshanteringsplan har applicerats med gott resultat i de pågående projekten inom förvaltning för utbyggd tunnelbana.

I Stockholmsregionen finns ett stort behov av bergmassor till bland annat infrastruktur, kommersiella fastigheter och bostadsbyggande. Behovet är cirka 19 miljoner ton per år fram till 2030 och bedöms för åren 2030 till 2050 öka till cirka 25 miljoner ton per år. I och med utbyggnaden av tunnelbanan till Älvsjö planerar Stockholm stad totalt 48 500 bostäder inom stadsutvecklingsområden längs med linjen. Uppskattningsvis behövs mellan 1100 och 2200 ton bergmassor per bostadsbyggnad vilket innebär att det kommer att krävas cirka 2,2 till 4,3 miljoner ton bergmassor för att bygga de planerade närliggande bostäderna.¹³ Bergmassor som genereras inom projektet utgör cirka 4,2 miljoner ton. Inräknat med regionens totala behov av bergmassor för både bostäder och infrastruktur, finns ett underskott på massor för behoven de kommande åren.

Bergmassor som uppkommer i och med utbyggnaden av tunnelbanan bedöms uppfylla kriterierna för biprodukt enligt 15 kap. 1 § miljöbalken då bergmassorna är att betrakta som ett ämne eller föremål som uppkommit i en produktionsprocess där huvudsyftet inte är att producera det. Vidare bedöms bergmassorna uppfylla alla de fyra kriterierna enligt 15 kap. 1 § miljöbalken för att klassas som biprodukt, se Bilaga B4 *Masshanteringsplan*.

¹³ En bostadsbyggnad uppskattas bestå av 24 bostäder och en total bottenarea på 400 kvadratmeter. För grundläggningen av bostadsbyggnaden uppskattas det behövas cirka en till två kubikmeter krossade bergmassor per kvadratmeter grundläggningsyta.

En avfallsklassning av de uppkomna bergmassorna skulle innebära att bergmassorna omfattas av regelverket i avfallsförordningen 2020:614. Regelverket innebär regler för insamling, transport, behandling samt deponering, alternativt återanvändning, av avfall. Bergmassor som är klassade som avfall kan således enligt avfallsförordningen återanvändas utan vidare behandling eller bearbetning, men omfattas av regler som gäller för avfallshantering. Det kan inkludera krav på att massorna transporteras till en mottagningsanläggning som har tillstånd att hantera avfall, rapportering till myndigheter samt att de inte orsakar skada på miljön eller människors hälsa. Rapporteringen gör masshanteringen oflexibel och reglerna gör att mellanlagring i närheten av där massorna lastas ut från tunnlarna kraftigt försvåras. Godkända mottagningsanläggningar för avfall ligger långt ifrån planerad tunnelbana och skulle innebära omfattande extra hantering med transporter och omlastningar. Sammantaget skulle en cirkulär användning av bergmassor avsevärt försvåras om de blir klassade som avfall. Om bergmassorna klassificeras som en biprodukt tillämpas inte avfallsförordningen, vilket innebär att berget kan köras direkt till den plats där det ska användas. Att avfallsklassa bergmassor skulle innebära omfattande miljökonsekvenser i form av utsläpp av luftföroreningar och CO₂ samt buller från transporter.

För att minimera de kostnader, utsläpp och omgivningsstörningar som transporter genererar kommer det att eftersträvas att i första hand hantera massor lokalt. Att massorna kommer till användning i ett närbeläget projekt är den möjlighet som först ska utvärderas men det är inte alltid möjligt att transportera massorna till mottagningsprojekt, då transporteras massorna till en mottagningsanläggning.

Både ett alternativ där Region Stockholm skriver avtal med mottagare av massor och alternativet där bergentreprenörerna själva ansvarar för masshanteringen är två fungerande lösningar som har applicerats i pågående utbyggnadsprojekt. Att undvika en reglering av vart massorna ska transporteras ökar möjligheten till lokala lösningar och minskade transporter. Förutsättningarna kommer skilja sig åt inom de olika entreprenaderna, till exempel kommer tillgången på ytor för upplag se olika ut samt närhet till samtida byggprojekt. Då mottagningsmöjligheterna för anläggningar kan variera över tid kommer sammanställningar som visar transporter och mottagningsanläggningar löpande uppdateras. Ett flexibelt arbetssätt för masshantering innebär därför att lösningar där lokal masshantering under lokala premisser kan åstadkommas.

Region Stockholm arbetar aktivt tillsammans med Stockholm stad att hitta en lokal hantering av massor till förmån för cirkuläret och minskad klimatpåverkan inom respektive projekt.

Region Stockholm arbetar aktivt med frågan om sulfider i berg och har under de senaste åren erhållit erfarenheter genom pågående projekt och diskussioner med branschen och myndigheter. Utifrån erfarenheterna har Regionen tagit fram en handlingsplan för hantering av frågan vilken även har applicerats i utbyggnaden av tunnelbana från Fridhemsplan till Älvsjö. Generellt visar de utredningar som har utförts inom de pågående projekten att risken är låg att påträffa berg med så höga sulfidhalter att det riskerar att orsaka försurning och urlakning av metaller i omgivningen inom Stockholmsregionen. Den fördjupade provtagningen som har utförts inom området för utbyggnaden mellan Fridhemsplan och Älvsjö visar även den att risken är liten att stöta på berg som ska orsaka en negativ miljöpåverkan. I ett begränsat område vid Älvsjö station och depån kommer ytterligare provtagning att utföras för att utvärdera om särskild hantering behövs.

7.3.2 Transporter

Byggandet av tunnelbanan med depå kommer att kräva transporter av stora mängder berg- och jordmassor samt byggmaterial. Bergmassorna kommer att transporteras med lastbil till mottagningsanläggningar eller närliggande anläggningsverksamheter såsom väg- och bostadsbyggen. Transporterna kan även komma att ske nattetid.

Antalet fordon per dygn kommer att styras av vilken mängd som kan transporteras per fordon. Större lastbilar innebär färre transportrörelser men genererar högre buller. Storleken på fordonen bestäms även av berörda vägars bärighetsklass, där högre bärighetsklass innebär att tyngre fordon kan köras på vägen.

I den masshanteringsrapport som tas fram i projektet uppskattas det just nu behövas cirka 140 000 fullastade lastbilstransporter för att hantera massorna från samtliga etableringsytor under den tid uttag sker, med antagandet att varje lastbil har en kapacitet på 11 kubikmeter uttagna massor så kallade lösa kubikmeter. Drygt en fjärdedel var av alla dessa lastbilstransporter bedöms komma från Älvsjö industriområde samt från Årstakrossen. Knappt hälften av alla transporter är relativt jämnt fördelade mellan övriga etableringsytor och består av massor från arbetstunnlar och schakter längs med linjen.

Cirka två tredjedelar av projektets totala berguttag kommer från borra- och sprängarbeten för arbetstunnlar, tvärtunnlar, sänk-, luftutbytes-, och brandgasschakt, depåområdet samt stationsutrymmen. Berg- och jordmassor kommer att transporteras ut från respektive etableringsyta. Huvuddelen av dessa kommer att ske under den första halvan av projektets tidplan då dessa arbeten till största del utförs innan TBM-arbetena.

Cirka en tredjedel av projektets totala berguttag genereras från TBM för spårtunnlarna.

Bergmassorna transporteras via transportband bakom TBM, inledningsvis till etableringsytan vid Älvsjö industriområde och sedan vidare med lastbil. När TBM passerat Årstaberg flyttas hanteringen av berget till etableringsytan vid Årstakrossen tillhörande arbetstunnel Årstaberg. Massuttaget kommer även att vara relativt jämnt under byggtiden, eftersom drivning med TBM sker med relativt jämn hastighet.

Vid borring av spårtunnlarna med TBM-metoden beräknas framdriften vara cirka 50 till 100 meter per vecka vilket innebär att cirka 670 till 1 330 fasta kubikmeter bergmassor kommer att köras ut per dygn vilket motsvarar cirka 60 till 120 lastbilar. Initialt under byggtiden kommer masstransporterna att dominera projektets transportflöde medan den sista delen av byggtiden kommer att domineras av intransporter av byggmaterial.

Vidare studerades transporter av massor via pråm till olika byggarbetsplatser längs Mälaren tillsammans med kommunen. Syftet var att studera om det går att minska antalet långväga lastbilstransporter. Inom aktuellt projekt ligger etableringsområdena och arbetstunnlarna inte i någon direkt anslutning till ett lämpligt vattenområde eller kaj. Sjötransporter är därmed inget förespråkade alternativ då det kan ge upphov till större negativa effekter jämfört med enbart vägtransport från etableringsområdet.

Tågtransporter har inte varit aktuellt för något av de pågående utbyggnadsprojekten. För utbyggnaden av tunnelbana till Älvsjö har alternativet utretts men har avfärdats på grund av att det saknas plats för att lasta bergmassor och att det saknas mottagningsplatser i anslutning till järnvägsnätet.

7.3.3 Kross och upplag

Möjligheten att återanvända bergmassor inom tunnelbanans entreprenad är begränsad eftersom den fas då massorna utvinns inte sammanfaller med den fas då det föreligger ett behov av massor inom projektet. För att minimera miljöpåverkan från masshanteringen eftersträvas i stället i första hand återanvändning av massorna inom andra projekt i närområdet. När det är möjligt körs massorna direkt till mottagningsprojektet. Samverkan med Stockholm stad har pågått sedan 2023 för att hitta en hållbar och effektiv lösning för lokal masshantering.

I andra hand transporteras massorna till en mottagningsanläggning. I Stockholmsområdet finns ett antal mottagningsanläggningar för bergmassor. Gamla anläggningar avslutas och nya

anläggningar tillkommer kontinuerligt. Mindre anläggningar (mellanupplag och mobila krossanläggningar) tillkommer ofta specifikt för nya projekt som planeras. Dessa mindre anläggningar hanteras av respektive kommun. En dialog med kommunen pågår med målsättning att få till en hållbar masshantering i närområdet.

7.3.4 Hantering av förorenade massor

Provtagning av jord har genomförts för att identifiera potentiella föroreningar inom utredningskorridoren för tunnelinjen stationsområden, arbetstunnlar och depå. Resultaten redovisas i avsnitt 6.6.

I det fortsatta arbetet kommer schaktplaner och provtagningsplaner tas fram av de entreprenörer som kontrakteras, i enlighet med Regionens rutiner och krav för att säkerställa att jordmassorna som schaktas upp omhändertas på rätt sätt. Det innebär bland annat att jordmassorna ska klassificeras enligt Naturvårdsverkets riktvärden för förorenad mark avseende känslig markanvändning (KM) och mindre känslig markanvändning (MKM). Schakt i områden med föroreningar hanteras enligt gällande lagstiftning och praxis med bedömning om föroreningens omfattning och påföljande beslut om åtgärd. Förorenade massor transporteras till godkänd mottagare för deponering eller behandling.

7.3.5 Konsekvenser nollalternativ

Nollalternativet innebär att det inte sker någon utbyggnad av tunnelbanan och därmed uppkommer inget behov av masshantering och transporter till följd av byggandet av tunnelbanan till Älvsjö. Regionens massbehov som fortsatt finns i området för byggnation av nya bostäder och infrastruktur kvarstår vilket innebär högre efterfrågan på berg från täktverksamheter vilket även genererar längre masstransporter då dessa anläggningar generellt är belägna på ett längre avstånd från den platsen där det finns ett behov av massor. Nollalternativet avseende aspekten masshantering och transporter konsekvensbedöms inom övriga miljöaspekter, så som luftburet buller, luftkvalitet och klimat.

7.3.6 Konsekvenser under byggtiden

Som följd av ökade lastbilstransporter för masshantering ökar utsläpp av partiklar, föroreningar och växthusgaser samt så förändras bullersituationen. Ökade lastbilstransporter innebär även ökad olycksrisk för oskyddade trafikanter i de områden där många rör sig. Fler fordon som trafikerar vägarna innebär även risk för ökad trängsel och därmed begränsad framkomlighet. Efter byggnation av tunnelbanan bedöms mängden ytliga föroreningar i jord minska, då förorenade massor omhändertas och ersätts. Aspekten masshantering och transporter konsekvensbedöms inom övriga miljöaspekter, så som luftburet buller, luftkvalitet och klimat.

Konsekvensbedömningen bygger på bedömningen att bergmassorna klassas som en biprodukt så som massorna gjorts inom tidigare projekt inom tunnelbanan. En avfallklassning skulle innebära mer omfattande konsekvenser men behandlas inte inom ramen för denna MKB.

7.4 Luftkvalitet

Miljökvalitetsnormer för luft används för att bedöma om risk för negativ hälsopåverkan föreligger med anledning av luftföroreningar och gäller som gränsvärden för utomhusluft där människor vistas, se Tabell 20 och Tabell 21.

Luftkvalitet följs även upp med utgångspunkt från miljökvalitetsmålet *Frisk luft* där partiklar och kvävedioxid bedöms vara relevanta för tunnelbaneutbyggnaden. Påverkan sker under byggtiden från sprängningar, damning, transporter och användning av arbetsmaskiner i områden med tunnelmyningar, transportvägar och sänkschakt. Riktvärdena nedan är framtagna med hänsyn

till känsliga grupper. Barn och unga är särskilt känsliga för luftföroreningar. Vid Fridhemsplan, Liljeholmen, Östberga och Älvsjö finns lekplatser, parker, skol- och bostadsgårdar och en idrottsplats inom 50 meter från etableringsytor kopplade till stationsläget eller arbetstunnel, samt en förskola intill planerat luftutbytesschakt på Fleminggatan. Vid Fridhemsplan finns park och bostadsgårdar inom 100 meter. Vid dessa platser vistas barn och unga utomhus under delar av dagen. Inom 100 meter från planerade etableringsytor vid stationslägen eller arbetstunnel vid Liljeholmen, Årstaberget och Älvsjö återfinns även skolor, förskolor och daghem. På dessa platser vistas barn och unga under stora delar av dagen.

Tabell 20. Riktvärden för miljö kvalitetsmålet Frisk luft för kvävedioxid (NO₂) och partiklar (PM10).

MILJÖKVALITETSMÅL	TIMMEDELVÄRDE	DYGNSMEDELVÄRDE	ÅRSMEDELVÄRDE
NO₂	60 µg/m ³		20 µg/m ³
PM10		30 µg/m ³	15 µg/m ³

Tabell 21. Miljö kvalitetsnormer för utomhusluft för kvävedioxid (NO₂) och partiklar (PM10).

MILJÖKVALITETSNORMER	TIMMEDELVÄRDE	DYGNSMEDELVÄRDE	ÅRSMEDELVÄRDE
NO₂	90 µg/m ³	60 µg/m ³	40 µg/m ³
PM10		50 µg/m ³	40 µg/m ³

Faktorer som arbetsmoment, tunnellängd, trafikintensitet, fordonshastighet, vägunderlag, luftomsättning och ventilering av arbetstunnlar samt arbete under mark, påverkar utsläppsmängden av luftföroreningar och partiklar. Sprängning är ett moment under byggtiden som ger upphov till spränggaser som innehåller kvävedioxid, NO₂. För att kunna utföra tunnelarbetet ur ett arbetsmiljömässigt acceptabelt perspektiv ventileras spränggaser ut med fläktar genom tunnelmynningen eller sänkschaktet, vilket innebär tillfällig risk för förhöjda kvävedioxidhalter till utomhusluften. Vid TBM-metoden sker inga sprängningar och metoden ger således inte upphov till spränggaser. Där arbetstunnlar, tvärtunnlar och stationer planeras, kommer däremot sprängning att ske.

Vid genomförandet uppstår även risk för damning till luft från dammande ytor, transporter, lastning eller användning av arbetsmaskiner, som bidrar till en försämrad luftkvalitet under byggtiden. Förebyggande åtgärder mot damning är exempelvis att hårdgöra etableringsytan, spola av ytor och fordon, använda miljövänliga dammbindningsmedel, övertäckning av massor vid bortforslande samt bevattning vid torr väderlek. Vid metoden sänkschakt, som vid Årstafältet och Östberga höjden, hanteras mindre mängder massor som kan damma, dock sker damning närmare bostäder än där arbetstunnel nyttjas. Tält kan behöva användas för att minska olika omgivningspåverkan från arbetena vid stationslägen vilket även kan skärma av dammande arbetsmoment.

Luftföroreningar uppstår även från transporter av massor. Antalet transporter och var transporterna utgår ifrån skiljer sig åt beroende på byggmetod. Vid tunneldrivning med TBM-metoden transporteras bergmassor via ett transportband från borrhuvudet i spårtunneln till

etableringsområdet vid Älvsjö, för att sedan transporteras vidare med lastbil till andra projekt eller mottagningsanläggningar. Samma förfarande sker när TBM passerat station Årstaberget där massorna transporteras bort från etableringsytan vid Årstakrossen. Massor från arbetstunnlar transporteras med dumper och sedan med lastbil och hanteras vidare enligt masshanteringsplanen. Om massor från stationsutrymmet i stället plockas ut genom sänkschaktet sker påverkan närmast stationsläget under en längre tid än arbetstunnel. Utsläppen från masstransporter kommer sannolikt att fördelas över ett stort geografiskt område. Mängden massor är större vid etableringsytorna för Årstakrossen och Älvsjö industriområde, där TBM-massor transporteras bort, än de andra etableringsytorna. Transporterna kommer att ske på befintliga vägar i bebyggda områden med redan höga halter av luftföroreningar, vilket innebär att även om masstransporternas relativa haltbidrag till det större geografiska området bedöms som litet, kan lokal haltpåverkan vid de vägar som belastas bedömas vara större.

7.4.1 Konsekvenser av nollalternativ

Nollalternativet innebär att det inte sker någon utbyggnad av tunnelbanan och därmed uppkommer inget behov av byggnation, masshantering och transporter till följd av byggandet av tunnelbanan till Älvsjö. Om tunnelbanan uteblir finns risk att andelen bil- och bussresor ökar om alternativa transportmedel saknas längs tunnelbanans sträcka. Andelen bilresor bedöms öka marginellt på länsnivå jämfört med om tunnelbanan byggs. Även om den framtida fordonsflottan bedöms vara helt fossilfri, bidrar biltrafik fortsatt till partiklar vid väg- och däckslitage.

Sammantaget bedöms nollalternativet innebära inga till små negativa konsekvenser för luftkvaliteten.

7.4.2 Konsekvenser under byggtiden

Ökade lastbilstransporter för masshantering bidrar till partiklar och föroreningar samtidigt som risk för damning uppstår vid dammande ytor, transporter, lastning och användning av arbetsmaskiner i områden med tunnelmynningar, transportvägar och sänkschakt. Där arbetstunnlar, tvärtunnlar och stationer placeras kommer sprängning att ske vilket ger upphov till ett tillskott av kvävedioxid till utomhusluften då spränggasen ventileras ut genom tunnelmynning eller sänkschakt. Ökningen av luftföroreningar bedöms vara begränsad till det geografiska området där de olika momenten utförs under byggtiden. Erfarenheter från tidigare utbyggnadsdelar av tunnelbanan visar att påverkan på luftkvaliteten är begränsad och bedöms vara liten. Skyddsåtgärder kan vidtas för att minska spridning av partiklar från damning men även från arbetsmaskiner och fordon genom att ställa krav på hanteringen. Sammantaget bedöms projektet innebära små negativa konsekvenser avseende luftkvalitet.

8 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 främst kopplade till drifttiden som sträcker sig över lång tid och bedöms som varaktiga.

8.1 Klimat och naturresurshushållning

Region Stockholm har som långsiktigt mål att nå netto-noll-utsläpp senast år 2035 för att följa de mål och ramverk som finns för minskade klimatutsläpp från internationell till kommunal nivå. För detta har projektet för tunnelbana mellan Fridhemsplan och Älvsjö utformat ett mål om att reducera klimatpåverkan från utbyggnaden med 50 procent¹⁴ under projektets genomförande.

Utbyggnaden av tunnelbanan kräver stora mängder naturresurser och medför betydande klimatpåverkan under hela dess livscykel. Tunnelbaneprojektets påverkan på klimat och naturresurser är omfattande och inträffar i olika faser, från utvinning av råmaterial, till tillverkning av material och produkter, till själva byggnationen och driften av systemet, samt då produkter och material behöver bytas ut under drifttiden. Resultaten från klimatkalkyler för projektet visar att en betydande del av de växthusgasutsläpp som projektet medför uppstår under materialproduktionen, särskilt för stål, cement och betong, som är de mest utsläppsintensiva materialen.

Resursanvändning och klimatpåverkan beaktas under alla skeden av genomförandet och ett aktivt arbete drivs för att identifiera och genomföra åtgärder för att reducera de växthusgasutsläpp som tunnelbanan kommer bidra till. Fokus ligger på att minska den totala materialanvändningen och energieffektiviteten i systemet, såväl som på klimatförbättrade produkt- och materialval. Klimatkalkyler har använts vid olika lokaliserings- och utformningsalternativ för tunnelbanan. Jämfört med tidigare studerade alternativ beräknas en minskad klimatpåverkan uppstå till följd av att den nya tunnelbanan blir en fristående linje vilket lett till en optimering av anläggningen med bland annat en annan stationsutformning, färre antal och kortare arbetstunnlar samt att spårläget höjts. Dessa åtgärder innebär mindre berguttag, minskat behov av resurser och transporter med en minskning av växthusgasutsläpp som följd.

Tunnelborrmaskin som metod för att bygga stora delar av tunnelsträckorna innebär ett större klimatavtryck under byggtiden jämfört med metoden borrhning och sprängning. Då betongtunneln i stort är vattentät och således minskar påverkan på omgivande grundvatten och risken för oönskade sättningar motiveras valet av metod. För att hantera den ökade klimatbelastning som tekniken med tunnelborrmaskin skapar under byggtiden genomförs ett arbete för att reducera klimatpåverkan från betong.

¹⁴ Fokus för klimatarbetet är att identifiera klimatreducerande åtgärder i varje skede. Den slutliga klimatbelastningen utgår från den färdiga anläggningen. Reduceringen motsvarar den klimatbelastning som hade varit om de identifierade åtgärderna inte hade genomförts. Detta betyder att den slutgiltiga kalkylen ska bli minst 50 procent lägre tack vare alla åtgärder i tidigare etapper.

Ett av de största bidragen till att minska klimatpåverkan är den lokala hanteringen av massor som genereras vid tunneldrivningen. Schaktmassorna som uppstår under byggnationen kan utgöra en stor belastning både på miljön och genom ökade transporter. Genom att använda och återanvända dessa massor på plats, eller i närheten, kan transporterna minimeras, vilket både sparar naturresurser och minskar koldioxidutsläppen. Att skapa lokala lösningar för masshantering är därför ett viktigt steg för att minska klimatavtrycket från tunnelbaneutbyggnaden. Region Stockholm arbetar aktivt med att samverka med Stockholms stad rörande användning av massor. Genom att främja en cirkulär och lokal masshantering tillsammans med ett fortsatt fokus på att minska klimatavtrycket under projektering och produktion, bedöms möjligheterna som goda att nå 50 procents reduktion av klimatutsläpp under projektgenomförandet.

En utbyggnad av tunnelbanan bidrar till en hållbar omställning av transportsektorn regionalt. När den nya tunnelbanan är i drift sker en viss överflyttning från bil- och bussresor till spårbunden kollektivtrafik, vilket bidrar till att minska utsläppen från befintlig vägtrafik. Själva driften av tunnelbanetågen samt stationsbyggnaderna medför begränsade utsläpp av växthusgaser i jämförelse med andra transportslag. Tågen och anläggningen förväntas drivas med el som kommer från vattenkraft och vindkraft.

Utbyggnaden bidrar även i stor utsträckning till att tillgodose framtida resenärers behov av hållbara resealternativ. Minskningen av klimatutsläpp från utebliven vägtrafik är troligtvis lägre för framtida fordon. Några exakta prognoser av projektets klimatpåverkan i förhållande till nollalternativet är inte möjliga att utföra, då omfattningen på kollektivt resande beror på många olika faktorer. Sammantaget bedöms de indirekta konsekvenserna för klimat under drifttiden av det aktuella projektet som positiva i relation till nollalternativet.

8.2 Människors hälsa

Utbyggnaden och driften av tunnelbanan innebär bättre möjligheter att resa mellan Fridhemsplan och Älvsjö med kollektivtrafik än nollalternativet. Därmed finns det en potential för att minska transporterna med personbil och buss från andra delar av regionen. Under drifttiden kommer hela sträckningen av den nya tunnelbanan mellan station Fridhemsplan och station Älvsjö ligga under mark. Konsekvenserna av detta är positiva, då utsläpp av föroreningar till luft, påverkan från buller och påverkan från partiklar från vägslitage kan minska i förhållande till nollalternativet.

Anläggningar som luftutbytesschakt kan ge upphov till partikelutsläpp och buller. Dessa anläggningar utformas så att Naturvårdsverkets riktlinjer för externt industribuller klaras. Utsläpp av partiklar kommer att påverka utomhusluften under drifttiden när de kommer ut via luftutbytesschakten samt tunnelmynningen vid depån. Spridningsberäkningar med avseende på partiklar (PM₁₀) har genomförts för samtliga luftutbytesschakt och tunnelmynningen vid depån. Resultatet visar på ett litet till måttligt haltbidrag och halterna avtar snabbt med avståndet. Den samlade bedömningen är att ventilationsbidraget av partiklar (PM₁₀) inte leder till överskridande av miljökvalitetsnormen vid respektive luftutbytesschakts närområde.

Samtantaget bedöms de indirekta konsekvenserna för människors hälsa under drifttiden av det aktuella projektet som positiva i relation till nollalternativet.

8.3 Hushållning med mark och landskap

Genom att bygga ut kollektivtrafiken med tunnelbana och att i möjligaste mån förlägga såväl tunnlar som anläggningar under mark hushåller Region Stockholm med mark, vilket gynnar landskapet. Lokaliseringen av anläggningen har anpassats för att minimera negativ påverkan på

omgivningen. 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.

9 Samlad bedömning

Tunnelbaneutbyggnaden i sin helhet innebär ökad klimatpåverkan under byggtiden men ger positiva konsekvenser för klimatet på lång sikt genom att erbjuda ett energieffektivt resealternativ som främjar Regionens klimatmålsuppfyllelse. Utbyggnaden ger också positiva konsekvenser för hälsan, då utsläpp av föroreningar, påverkan från buller och påverkan från partiklar från vägslitage kan minska för drifttiden i förhållande till nollalternativet. Följden av vattenverksamheten innebär att tunnlar ger upphov till dränering i området och följdverksamheter så som buller under byggtiden. Grundvattensänkning och inläckage, efter tätning, ger olika konsekvenser beroende på omgivningens förutsättningar.

9.1 Miljöaspekter

Nedan följer en sammanställning av de konsekvenser som kan uppstå av vattenverksamheten under bygg- och drifttiden för varje miljöaspekt, se Tabell 22.

Tabell 22. Samlad bedömning av konsekvenser av grundvattenbortledning under bygg- och drifttid.

KONSEKVENSER AV GRUNDVATTENBORTLEDNING		
ASPEKT	KONSEKVENSER UTBYGGNADSNALTERNATIV	MOTIV
Byggnader och anläggningar i jord	Små negativa konsekvenser	Tättningsåtgärder för permanenta och temporära konstruktioner utförs. Skyddsinfiltation genomförs vid behov under bygg- och drifttid för delar av sträckan.
Grundvatten i berg och energibrunnar	Måttligt negativa konsekvenser under byggtiden Små negativa konsekvenser under drifttiden	Beroende på effektens storlek på respektive brunn och konsekvenser för fastighetsägare, kan skadereglerande åtgärder vidtas. Flertalet brunnar påverkas endast tillfälligt på grund av den snabba framdriften med TBM.
Spridning av föroreningar	Små negativa konsekvenser under byggtiden Små positiva konsekvenser under drifttiden	Med planerad skyddsinfiltation som skyddsåtgärd bedöms grundvattennivåsänkningens effekt på föroreningsspridningen som liten. Aktuella schakter i förorenad jord kommer minska föroreningsmängden för drifttiden jämfört med nollalternativet.
Ytvatten	Små negativa konsekvenser	Utifrån recipienternas nuvarande status bedöms värdet som måttligt. Den påverkan som tunnelbanan och depån förväntas ha

KONSEKVENSER AV GRUNDVATTENBORTLEDNING

ASPEKT	KONSEKVENSER UTBYGGNADSLTERNATIV	MOTIV
		under bygg- och drifttiden bedöms ge upphov till små negativa effekter då utsläpp av föroreningar kommer att ske men ingen av de ingående parametrarna antas försämrats vid utsläpp av vatten efter vidtagna reningsåtgärder. Vattenförekomsternas möjlighet att uppnå miljö kvalitetsnormerna bedöms inte äventyras.
Naturmiljö	Ingen konsekvens	Ingen konsekvens bedöms uppstå på naturmiljön med avseende på grundvattenbortledning. Naturvärdesobjektet som inte kan uteslutas vara grundvattenberoende bedöms inte påverkas då skyddsåtgärder för grundvattensänkning vidtas under bygg- och drifttiden. I övrigt saknas grundvattenberoende naturmiljöer eller objekt inom påverkansområdet.
Kulturmiljö	Små negativa konsekvenser	Fyra fornlämningar finns inom påverkansområdet som bedöms kunna vara känsliga för en grundvattensänkning utifrån deras potential av organiskt material, som kan ta skada vid syresättning. Då det finns en risk för skada bedöms projektet innebära små negativa konsekvenser under bygg- och drifttiden. Påverkan kan minska med den infiltration som genomförs för att i huvudsak skydda byggnader och anläggningar.

Anläggandet av tunnelbanan kommer att ge upphov till tillfällig miljöpåverkan och tillfälliga störningar under byggtiden av tunnelbanan. Dessa störningar kopplat till vattenverksamheten slutar när tunnelbanan är färdigbyggd och i drift. Se samlad bedömning i Tabell 23.

Tabell 23. Samlad bedömning av övriga störningar under byggtiden.

ÖVRIGA STÖRNINGAR UNDER BYGGTIDEN

ASPEKT	KONSEKVENSER UTBYGGNADSLTERNATIV	MOTIV
Buller	Måttliga till stora negativa konsekvenser	Under byggtiden kommer många människor påverkas av bullerstörning. De moment som

ÖVRIGA STÖRNINGAR UNDER BYGGTIDEN

ASPEKT	KONSEKVENSER UTBYGGNADSNÄRINGSALTERNATIV	MOTIV
		genererar högsta ljudnivåerna är spontning, följt av borrning i yttre berg och lastning av bergmassor. Med skyddsåtgärder kan bullerstörningarna minska men inte helt utebli.
Stomljud	Måttliga till stora negativa konsekvenser	Bergborrnig i samband med tunneldrivning bedöms vara det arbetsmoment som ger upphov till störst störning genom långvariga och relativt starka borrljud. Flera arbetsmoment med borspräng sker med längre uppehåll på grund av logistik, vilket innebär att störningar sker under en begränsad tid vid varje tillfälle. Åtgärder hanteras enligt Regionens arbetssätt med åtgärdstrappa.
Vibrationer	Små negativa till inga konsekvenser	Då arbetssättet med svenska standarder för vibrationer följs är riskerna för skador på byggnader liten och det förväntas inga eller små negativa konsekvenser.
Masshantering och transporter	Masshantering och transporter ger upphov till störningar som konsekvensbedöms inom ramen för miljöaspekterna spridning av föroreningar, luftburet buller, luftkvalitet och klimat.	Som följd av ökade lastbilstransporter för masshantering ökar utsläpp av partiklar, föroreningar och växthusgaser samt så förändras bullersituationen. Efter byggnation av tunnelbanan bedöms mängden ytliga föroreningar i jord minska, då förorenade massor omhändertas och ersätts. Projektet kommer att följa framtagna masshanteringsplan.
Luftkvalitet	Små negativa konsekvenser	Transporter, sprängning, arbetsmaskiner och damning ger upphov till ökade halter av luftföroreningar. Påverkan bedöms vara lokal och där känsligheten bedöms vara hög. Åtgärder kan vidtas för att minska spridning av föroreningar och partiklar under byggtiden.

Storskaliga och långsiktiga konsekvenser av genomförandet av tunnelbanan kallas indirekta miljökonsekvenser. Dessa är alltså inte direkt kopplade till grundvattenbortledningen. De indirekta miljökonsekvenserna är kopplade till drifftiden som sträcker sig över lång tid och bedöms som varaktiga. Indirekta miljökonsekvenser av tunnelbanan från Fridhemsplan till Älvsjö beskrivs i Tabell 24.

Tabell 24. Samlad bedömning av indirekta miljökonsekvenser.

INDIREKTA KONSEKVENSER		
ASPEKT	KONSEKVENSER UTBYGGNADSLTERNATIV	MOTIV
Klimat	Positiva konsekvenser	Anläggande av tunnelbanan kommer att ge negativa konsekvenser för klimatet under byggtiden. Drifftidens positiva konsekvenser beror på tillgodosedda behov av energieffektiva, hållbara resealternativ. I det längre perspektivet bedöms därmed projektet bidra med positiva konsekvenser.
Människors hälsa	Positiva konsekvenser	Utsläpp av föroreningar, påverkan från buller och luftkvalitet kan minska jämfört med nollalternativet.
Hushållning med mark och landskap	Positiva konsekvenser	Lokalisering av kollektivtrafiken under mark hushåller mark- och landskapsresurser.

9.2 Riksintressen

Tunnelbanan mellan Fridhemsplan och Älvsjö passerar genom eller nära områden eller objekt av riksintresse. Det är främst i samband med anläggningar i marknivå som en påverkan från tunnelbanan på riksintressen skulle kunna bli aktuell. Nedan redovisas de riksintresseområden som ligger inom eller nära området för ny tunnelbana samt en bedömning av påverkan.

9.2.1 Riksintresse för kulturmiljövård

Tunnelbanan ligger inom riksintresseområdet för *Stockholms innerstad med Djurgården (AB 115)* mellan Fridhemsplan och Liljeholmsviken. Riksintresset bedöms inte påverkas med avseende på vibrationer eller grundvattenbortledning. Riksintressets värden eller värdekärnor bedöms inte heller påverkas av tunnelbanan, stationerna eller andra anläggningar att skada på riksintresset uppstår. Detta då den påverkan som anläggningarna ger upphov till endast blir lokal. Hänsyn har tagits till riksintressets värden vid val av lokalisering av teknikbyggnaden på Långholmen.

9.2.2 Riksintresse för totalförsvar

Tunnelbanan och depån ligger inom riksintresseområdet för *påverkansområde för väderradar*. Riksintresset bedöms inte påverkas med avseende på grundvattenbortledning. Riksintresset

bedöms inte heller påverkas av tunnelbanan, stationerna eller depån i övrigt på grund av lokalisering och höjdläge.

9.2.3 Riksintresse för yrkesfiske

Tunnelbanan ligger inom riksintresseområdet för *Mälaren*, där Riddarfjärden, Liljeholmsviken och Årstaviken ingår. Riksintresset bedöms inte påverkas med avseende på grundvattenbortledning. Riksintresset bedöms inte heller påverkas av tunnelbanan, stationerna eller depån i övrigt.

9.2.4 Riksintresse för kommunikationer

Järnväg

Tunnelbanan och depån passerar under respektive angränsar till riksintresset för järnväg som innefattar Västra stambanan, Nynäsbanan, pendeltågstationerna i Årstaberget och Älvsjö, Årsta kombiterminal samt Älvsjö godsbangård. Under byggtiden kommer schakt under grundvattenytan att utföras för montering och drift av TBM samt anläggande av betongtunnel och tråg inom depån. Dessa schakt som utförs med tätande spont och tätning av berg medför dock en viss risk för påverkan på Västra stambanan genom vibrationer från spontning och bergsprängning samt påverkan genom marksättning. Gällande risk för vibrationer avser Region Stockholm följa det arbetssätt som finns mellan Trafikverket och Regionen, vilket innebär att parterna på förhand kommer överens om hur arbetet i anslutning till Trafikverkets anläggningar ska genomföras. Risken för marksättning hanteras inom kontrollprogrammet och vid behov kan åtgärdas med skyddsinfiltration under byggtiden. Regionen bedömer sammantaget att projektet, med beaktande av planerade skyddsåtgärder, inte kommer att påverka riksintresset negativt.

Väg

Tunnelbanan kommer att passera under riksintresset för väg som innefattar Södra länken samt ligga i närheten av väg 75, E4/E20 och väg 226 Gullmarsplan-Flemingsberg. Riksintresset bedöms inte påverkas med avseende på grundvattenbortledning. Under byggtiden kommer vägarna att trafikeras mer än i nuläget för transport av material och massor till och från etableringsområdena och arbetstunnlarna. Den ökade belastningen på vägarna kan innebära ökad risk för trafikstörningar som påverkar framkomligheten på vägarna. Detta bedöms dock endast vara en liten risk under byggtiden eftersom transporterna mestadels kommer att ske nattetid, medan drifftiden inte bedöms innebära någon risk för påverkan på riksintresset.

Sjöfart

Tunnelbanan kommer att passera under riksintresset för sjöfart som innefattar farlederna Riddarfjärden-Stora Björkfjärden samt Danviksbron-Gröndal. Riksintresset bedöms inte påverkas med avseende på grundvattenbortledning. Riksintresset bedöms inte heller påverkas av tunnelbanan, stationer eller depån i övrigt.

Flygplats

Tunnelbanan och depån ligger inom riksintresseområdet för flygplats som avser hinderfrihetsyta för Bromma flygplats och Stockholm Arlanda. Riksintresset bedöms inte påverkas med avseende på grundvattenbortledning. Tunnelbanan bedöms inte påverka riksintresset då den förläggs under mark och stationerna och depån bedöms inte heller påverka på grund av lokalisering och höjdläge.

9.3 Miljökvalitetsnormer

Miljökvalitetsnormer har fastställts av regeringen inom ett antal områden för att förebygga eller åtgärda miljöproblem. De kan gälla hela landet eller för ett begränsat geografiskt område. Normerna är styrmedel för att på sikt uppnå miljömålen och de flesta av miljökvalitetsnormerna baseras på krav i olika direktiv inom EU. Miljökvalitetsnormerna finns reglerade i 5 kap.

miljöbalken. Enligt 6 kap. 35 § 6 p. miljöbalken ska en miljökonsekvensbeskrivning beskriva hur det ska undvikas att verksamheten eller åtgärden medverkar till att en miljökvalitetsnorm enligt 5 kap. inte följs.

Det finns idag miljökvalitetsnormer för luftkvalitet, vattenkvalitet samt omgivningsbuller. Tunnelbanan till Älvsjö berörs av miljökvalitetsnormerna för luftkvalitet och ytvattenkvalitet. Se närmare beskrivning av dessa miljökvalitetsnormers innebörd i avsnitt 2.6 samt avsnitt 6.9 och 7.4.

Projektet kommer inte försvåra möjligheten att miljökvalitetsnormer för luft kan uppfyllas. Föroreningar som släpps ut från luftutbytesschakten kommer enbart innebära liten till måttlig påverkan i luftutbytesschaktens direkta närhet. Av tidigare erfarenheter från utbyggnadsgrenarna för tunnelbanan bedöms inte byggtiden påverka luftkvaliteten i sådan utsträckning att en utredning har krävts. Bedömningen utgår därför från tidigare erfarenhetsvärden och att de föroreningar och partiklar som bedöms komma från luftutbytesschakt, sprängningar, damning, transporter och användning av arbetsmaskiner inte bedöms ge upphov till halter som innebär att miljökvalitetsnormerna överskrids.

Tunnelbanan och depån bedöms inte heller äventyra möjligheterna att uppnå miljökvalitetsnormerna för berörda ytvattenförekomster. Detta då reningsåtgärder kommer att vidtas som begränsar utsläpp av föroreningar till den grad att kvalitetsfaktorerna inte riskerar att hamna i en lägre klass. För depån bedöms även en förbättring ske då reningsåtgärderna minskar föroreningsbelastningen av samtliga ämnen till Fiskarfjärden.

10 Miljömål

10.1 Nationella

Sveriges riksdag har antagit 16 nationella miljö kvalitetsmål som beskriver den kvalitet miljön ska ha till en angiven tidpunkt. Tidigare har miljömålen följts upp mot år 2020, men då denna tidpunkt passerats och målen ej uppnåtts föreslås nästa hållpunkt för miljömålen vara år 2030, likt de globala hållbarhetsmålen. De nationella miljö kvalitetsmålen syftar till att främja en hållbar utveckling och har införlivats helt eller delvis i regionala och kommunala miljömål.

För utbyggnaden av tunnelbanan har följande miljö kvalitetsmål bedömts beröras:

- Begränsad klimatpåverkan
- Ett rikt växt- och djurliv
- Frisk luft
- Giftfri miljö
- God bebyggd miljö
- Grundvatten av god kvalitet
- Ingen övergödning
- Levande sjöar och vattendrag

Bedömning av projektets bidrag till måluppfyllelsen för berörda miljömål har sammanställts i Tabell 25. I tabellen beskrivs de utvalda målen och projektets bedömda inverkan på möjligheten att nå miljömålet.

Tabell 25. Relevanta nationella miljömål för projektet och dess bedömda bidrag till måluppfyllelse.

MILJÖMÅL	RIKSDAGENS DEFINITION AV MILJÖMÅLET	PROJEKTETS BIDRAG TILL MÅLUPPFYLLELSE
Begränsad klimatpåverkan	<i>Halten av växthusgaser i atmosfären ska i enlighet med FN:s ramkonvention för klimatförändringar stabiliseras på en nivå som innebär att människans påverkan på klimatsystemet inte blir farlig. Målet ska uppnås på ett sådant sätt och i en sådan takt att den biologiska mångfalden bevaras, livsmedelsproduktionen säkerställs och andra mål för hållbar utveckling inte äventyras. Sverige har tillsammans med andra länder ett ansvar för att det globala målet kan uppnås.</i>	Tunneldrivningen och skyddsåtgärder såsom tätning med betonginklädnad motverkar målet då en ökad klimatpåverkan bedöms ske. Klimatkalkyler för projektet visar att produktion av material såsom stål, cement och betong samt schakt och transporter av massor utgör betydande utsläppsposter under byggandet av tunnelbaneanläggningen. Projektet bedöms därmed motverka måluppfyllelse under byggtiden medan det under drifttiden inte bedöms ske någon negativ påverkan för måluppfyllelsen.
Ett rikt växt- och djurliv	<i>Den biologiska mångfalden ska bevaras och nyttjas på ett hållbart sätt, för nuvarande och framtida generationer. Arternas livsmiljöer och ekosystemen samt deras funktioner och processer ska värnas. Arter ska kunna fortleva i långsiktigt livskraftiga bestånd med</i>	Naturmiljön inom påverkansområdet bedöms inte vara grundvattenberoende och påverkas således inte av en grundvattensänkning. Projektet bedöms därmed varken bidra till eller motverka måluppfyllelsen.

MILJÖMÅL	RIKSDAGENS DEFINITION AV MILJÖMÅLET	PROJEKTETS BIDRAG TILL MÅLUPPFYLLELSE
Frisk luft	<p><i>tillräcklig genetisk variation. Människor ska ha tillgång till en god natur- och kulturmiljö med rik biologisk mångfald, som grund för hälsa, livskvalitet och välfärd.</i></p> <p><i>Luften ska vara så ren att människors hälsa samt djur, växter och kulturvärden inte skadas.</i></p>	<p>Under byggtiden kommer olika arbetsmoment att ge upphov till luftföroreningar och partikelutsläpp med främst lokal påverkan. Transporter av massor bidrar också till luftföroreningar, även utanför ett begränsat geografiskt område. Under drifttiden bedöms det ske utsläpp via tunnelmyningen vid depån och vid luftutbyteschakt med begränsad påverkan.</p> <p>Grundvattenpåverkan bedöms inte påverka miljömålet. Projektet bedöms varken bidra till eller motverka måluppfyllelsen.</p>
Giftfri miljö	<p><i>Förekomsten av ämnen i miljön som har skapats i eller utvunnits av samhället ska inte hota människors hälsa eller den biologiska mångfalden. Halterna av naturfrämmande ämnen är nära noll och deras påverkan på människors hälsa och ekosystemen är försumbar. Halterna av naturligt förekommande ämnen är nära bakgrunds nivåerna.</i></p>	<p>Inom projektet gäller krav på val av kemikalier under byggtiden och krav på kemiska ämnen i byggnadsmaterial. Påträffade befintliga föroreningar omhändertas där mark tas i anspråk. Grundvattensänkningen skapar förutsättningar för mobilisering av befintliga föroreningar men generellt längs tunnelbanans sträckning bedöms denna risk som låg. Skyddsåtgärder, reningsbehov och kontinuerliga provtagningar säkerställer att miljömålet inte påverkas negativt. Projektet bedöms bidra till måluppfyllelse.</p>
God bebyggd miljö	<p><i>Städer, tätorter och annan bebyggd miljö ska utgöra en god och hälsosam livsmiljö samt medverka till en god regional och global miljö. Natur- och kulturvärden ska tas till vara och utvecklas. Byggnader och anläggningar ska lokaliseras och utformas på ett miljöanpassat sätt och så att en långsiktigt god hushållning med mark, vatten och andra resurser främjas.</i></p>	<p>Då tunnelbanan förläggs under mark kan ytor nyttjas för andra ändamål och projektet främjar således bebyggelseutvecklingen längs den föreslagna sträckan. Genererade massor nyttjas enligt masshanteringsplan för en hållbar resurshushållning. Grundvattensänkningen bedöms inte påverka befintliga byggnader och anläggningar med sättningkänslig grundläggning i sådan grad att miljömålet påverkas. Projektet bedöms bidra till måluppfyllelse.</p>

MILJÖMÅL	RIKSDAGENS DEFINITION AV MILJÖMÅLET	PROJEKTETS BIDRAG TILL MÅLUPPFYLLELSE
Grundvatten av god kvalitet	<i>Grundvattnet ska ge en säker och hållbar dricksvattenförsörjning samt bidra till en god livsmiljö för växter och djur i sjöar och vattendrag.</i>	Projektet bedöms kunna påverka spridningen av befintliga föroreningar i grundvattnet men ger inget tillskott av föroreningar. Befintliga föroreningar i jord kommer att avlägsnas där schaktarbeten kommer att ske. Under byggtiden bedöms risken för spridning av föroreningar generellt vara låg med undantag för några områden där det kan finnas reningsbehov. Den sammanvägda konsekvensen avseende föroreningsspridning under byggtiden bedöms vara små negativa. Under drifttiden bedöms däremot grundvattensänkningens effekt på föroreningsspridningen vara obefintlig och konsekvenserna anses vara små positiva under drifttiden då föroreningsmängden inom schaktområdena är mindre. Miljömålet bedöms därmed kunna påverkas negativt i begränsad omfattning på kort sikt men under lång sikt bidra till positiv effekt för miljömålet. Projektet bedöms därmed varken bidra till eller motverka måluppfyllelse.
Ingen övergödning	<i>Halterna av gödande ämnen i mark och vatten ska inte ha någon negativ inverkan på människors hälsa, förutsättningar för biologisk mångfald eller möjligheterna till allsidig användning av mark och vatten.</i>	Fosfor och kväve är styrande parametrar för övergödning. Vid de moment som kräver sprängning förväntas tillskott av kväve att uppstå. Utgående flöden med förhöjd kvävehalt kommer leda till lokal reningsanläggning och sedan via spillvattennät till avloppsreningsverk där rening av kväve sker. Projektets föreslagna åtgärd för omhändertagande av näringsämnen innan utsläpp till recipienter bedöms inte påverka måluppfyllelsen negativt. Projektet bedöms därmed varken bidra eller motverka måluppfyllelse.
Levande sjöar och vattendrag	<i>Sjöar och vattendrag ska vara ekologiskt hållbara och deras variationsrika livsmiljöer ska bevaras. Naturlig produktionsförmåga, biologisk mångfald, kulturmiljövärden samt landskapets ekologiska och vattenhushållande funktion ska bevaras, samtidigt som förutsättningar för friluftsliv värnas.</i>	Projektet bedöms inte påverka status eller miljö kvalitetsnormer för de olika recipienterna vad gäller de fysikalisk-kemiska kvalitetsfaktorerna, prioriterade ämnen eller de biologiska kvalitetsfaktorerna under bygg- och drifttiden. Projektets föreslagna skyddsåtgärder minimerar negativ påverkan på ytvatten och förutsättningarna att uppnå miljömålet påverkas inte. Projektet

MILJÖMÅL	RIKSDAGENS DEFINITION AV MILJÖMÅLET	PROJEKTETS BIDRAG TILL MÅLUPPFYLLELSE
		bedöms därmed varken bidra eller motverka måluppfyllelse.

10.2 Regionala

Flera av miljömålen i Region Stockholms miljöprogram för perioden 2017 till 2021 är uppnådda och Regionens fortsatta miljöarbete utgår från den nya hållbarhetsstrategin 2022 till 2027. Hållbarhetsstrategin visar hur Region Stockholm ska arbeta för en hållbar utveckling under åren 2022 till 2027 och är indelad i tre huvudområden; Hållbara städer, landsbygds- och skärgårdsområden, Hållbar konsumtion och produktion samt En organisation att lita på. Varje huvudområde har 13 prioriteringar med tillhörande fokusområden. De prioriteringar och fokusområden som anses mest relevanta för projektet framgår i Tabell 26.

Tabell 26. Prioriteringar och fokusområden ur Region Stockholms hållbarhetsstrategi som bedöms relevanta för projektet.

PRIORITERING	FOKUSOMRÅDEN	PROJEKTETS BIDRAG TILL PRIORITERINGS- OCH FOKUSOMRÅDET
Jämlika livsvillkor och jämlik tillgång till samhällsservice	Kollektivtrafikens bidrag till jämlika livsvillkor i Stockholms län stärks.	Projektet bidrar till att stärka förutsättningarna för jämlika livsvillkor och jämställdhet genom att erbjuda bättre tillgänglighet till arbetsplatser, utbildning, handel, hälso- och sjukvård med mera.
Minskad miljö- och klimatpåverkan i Stockholms län	Hållbart resande och kollektivtrafikens konkurrenskraft i Stockholms län stärks. Region Stockholm verkar för att länsplanen för regional transportinfrastruktur underlättar ett hållbart resande i Stockholms län.	Projektet är ett resultat av strategiskt planeringsunderlag som möjliggör genomförandet av kollektivtrafiksatsningar och utveckling inom länet samt bidrar till att uppnå mål om andel kollektivtrafik i enlighet med den regionala utvecklingsplanen.
Minskad klimatpåverkan och resursanvändning	Klimatpåverkan från Region Stockholms verksamheter minskar. Delning av resurser och materialåtervinning ökar.	Tunneldrivningen och skyddsåtgärder såsom tätning med betonginklädnad motverkar målet då en ökad klimatpåverkan bedöms ske. Val av arbetsmetoder vid genomförandet samt god logistisk planering och cirkulär återanvändning av berg- och jordmassor bidrar till minskad klimatpåverkan.

PRIORITERING	FOKUSOMRÅDEN	PROJEKTETS BIDRAG TILL PRIORITERINGS- OCH FOKUSOMRÅDET
<p>Människa och miljö skyddas från skadliga ämnen</p>	<p>Giftfria miljöer främjas och utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen samt bullerpåverkan minskar.</p>	<p>Dokumentation och uppföljning av material och produkter vid anläggande samt fortsatt arbete med att minska bullerpåverkan och utsläpp av luftföroreningar.</p>

11 Kontrollprogram och försiktighetsmått

Innan byggstart kommer kontrollprogram att upprättas för att säkerställa kontroll och uppföljning av vattenverksamheten och den påverkan som kan uppkomma i omgivningen samt kontroll av de störningar under byggtiden som klassas som miljöfarlig verksamhet. 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 sättningrörelser i byggnader, anläggningar och mark
- Mätning av volym infiltrerat vatten
- Mätning av luftburet buller och stomljud
- Mätning av vibrationer
- Kvalitetskontroll av länshållningsvatten

11.1 Grundvatten

Mätningar av parametrar avseende grundvatten påbörjas i god tid innan byggstart, det vill säga de kontroller som görs innan byggtiden startar, för att erhålla referensdata. Ett kontrollprogram för byggtiden upprättas i samråd med tillsynsmyndigheten där bland annat åtgärdsnivåer bestäms. Nedan beskrivs de parametrar som kontrollprogrammet för grundvatten ska omfatta.

11.1.1 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 tunnlar och vid schakt. Inläckande grundvatten till stationsutrymmen mäts separat och skilt från inläckande grundvatten till spårtunnlarna.

11.1.2 Grundvattennivåer i jord och berg

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

11.1.3 Sättningsrörelser i byggnader, anläggningar och mark

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

11.1.4 Infiltration

För varje känsligt objekt kommer det att finnas en eller flera mätpunkter för grundvattennivå. Till dessa mätpunkter tas det fram åtgärdsnivåer, som används för att styra när och i vilken omfattning infiltration behöver ske. Infiltrationen utförs under byggtiden huvudsakligen i jord. När infiltration utförs kontrolleras denna genom att mäta flöde och volym infiltrerat vatten.

11.2 Miljöfarlig verksamhet

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

11.2.1 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. Stomljusmätningar utförs i fastigheter i närhet till tunnelnfront. Urval av mätpunkter görs utifrån identifiering av känsliga miljöer samt beräkningar av buller- och stomljusnivåer. Åtgärder hanteras enligt åtgärdstrappa (se avsnitt 7.1.3), där exempelvis dämpning av ljudet vid källan ingår.

11.2.2 Vibrationer

En riskbedömning för vibrationsalstrande markarbeten upprättas och ligger till grund för besiktningsområdets utsträckning och inkluderar ett urval av byggnader och anläggningar i närheten av arbetsområdet. Byggnader och anläggningar för- och efterbesiktigas enligt SS 460 48 60:2022. 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 sprängplan inför kommande sprängningar. Kulturhistoriskt värdefulla byggnader hanteras enligt åtgärdsplan för vibrationer gällande kulturbyggnader, se Bilaga B3.

11.2.3 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.

11.3 Övriga försiktighetsmått och skyddsåtgärder

Försiktighetsmått och skyddsåtgärder som kommer genomföras under byggtiden avseende fåglar, fladdermöss, groddjur och naturmiljö beskrivs nedan.

För fåglar gäller generellt att avverkning av träd inte får ske under fåglarnas häckningstid (1 april till 31 juli). Inom föreslagna restriktionstid för fåglar skyddas även fortplantningstiden för fladdermöss. Om träd avverkas under aktuell tidsperiod ska det ske i samråd med en person med ekologisk kompetens för att säkerställa att inga fåglar, bon eller ägg skadas.

För fladdermöss gäller vid Lindhagensplan, Liljeholmen samt Östbergahöjden under byggtiden att åtgärder för fladdermöss ska vidtas genom att rikta belysning bort från naturmiljöer, begränsa belysning under fortplantningen (1 juni till 10 augusti) och rikta belysning nedåt. Nödvändig

belysning under byggtiden bör placeras på låga stolpar och riktas nedåt bort från träd, buskar och övriga naturmiljöer.

För groddjur i Hagsätraskogens naturreservat kommer ett byggstaket att anläggas runt schaktområdet närmast det nordligaste vattenområdet som kommer att förses med vattentät duk för att förhindra att vatten rinner ner i schaktet. Byggstaketet kommer även utformas så att groddjur inte kan komma under staketet och in på arbetsområdet. Återställningen av marken vid och omkring vattenområdet inne i Hagsätraskogen ska planeras och genomföras i dialog med en groddjursspecialist. Om det mot förmodan måste utföras arbeten i delar av vattenområdet, exempelvis schaktas eller fyllas ut, behöver detta hanteras i särskild ordning genom anmälan om vattenverksamhet. Om så blir fallet kommer en sakkunnig inventera småvattnet för att säkerställa att inga groddjur skadas under de tider det finns risk för lek eller att rom eller yngel/halvvuxna groddjur finns i vattnet. Det kommer då utredas om det innan byggtiden är möjligt att sätta upp groddjursevakuering runt småvattnet som ligger närmast schaktet för att säkerställa att groddjur inte kan ta sig in dit vare sig innan eller under byggtiden. Tidpunkt, placering och utformning av en eventuell groddjursevakuering beslutas i samråd med groddjursspecialist.

Särskilt skyddsvärda träd och värdefulla träd ska om möjligt bevaras och stängslas in inom etableringsytor och om i de fall det inte är möjligt ska de tas ned och ersättas med nya träd. Det regleras i avtal med fastighetsägare, bland annat i genomförandavtal mellan Region Stockholm och Stockholms stad.

Med beaktande av planerade anpassningar, skyddsåtgärder och försiktighetsmått bedöms utbyggnaden av tunnelbanan inte ha någon otillåten påverkan på skyddade arter och naturmiljö.

12 Samråd

Samråd syftar till att informera vad som händer under projektets gång och ge möjlighet till insyn och påverkan. Särskilda samrådsinsatser görs i olika perioder där information om viktiga skeden och utvecklingssteg ges till myndigheter, organisationer, företag, allmänheten samt särskilt berörda. Samråden har omfattat både planprocessen för järnvägsplan och tillståndsprövning för vattenverksamhet enligt miljöbalken.

Samrådsprocessen för den sökta verksamheten har samordnats med de järnvägsplaner och de miljökonsekvensbeskrivningar som också tas fram inom ramen för projektet. Samråd har utförts enligt 6 kap. 29–31 §§ miljöbalken samt enligt 2 kap. 2 § lag (1995:1649) om byggande av järnväg. Genom så kallat samordnat planförfarande kan samråd tillgodoräknas även detaljplanprocessen enligt plan- och bygglagen. En kortfattad sammanställning redovisas för den samrådsprocess som skett fram tills nu.

Region Stockholms syfte med samråd är att informera om tunnelbaneutbyggnaden och samla in synpunkter som kan påverka utredningsarbetet. För att samordna, stämma av sakfrågor och tidigt få in synpunkter har samrådsserier utförts med allmänheten, myndigheter, organisationer, fastighetsägare och intressenter. I samband med samrådsinsatserna har bland annat handlingar tillgängliggjorts, öppna hus har hållits, annonsering och utskick har gjorts.

Samråd har pågått under hela planeringsperioden. En löpande samrådsserie har funnits med Länsstyrelsen i Stockholm och övriga myndigheter där miljöaspekter som miljökonsekvensbeskrivningen omfattar har behandlats. Under samrådsmötena som hållits mellan 2021 och 2024 har olika teman behandlats, som exempelvis lokalisering, byggmetoder och omgivningspåverkan, grundvattenpåverkan, masshantering, utsläpp till vatten, buller, kulturmiljö, biotopskydd med mera. Sektorsansvariga myndigheter som Statens geologiska institut, Sveriges geologiska undersökning och Naturvårdsverket har deltagit på utvalda möten. Riktade möten har även hållits med Exploateringskontoret, Stadsbyggnadskontoret och Kulturförvaltningen i Stockholms stad samt Stockholm Vatten och Avfall.

Utöver den löpande processen har även flertalet större samrådsinsatser genomförts:

- Samråd mellan perioden 2 november och 6 december 2020 avseende lokaliseringsutredningen för tunnelbanans linjedragning.
- Samråd mellan perioden 2 juni och 30 juni 2021 avseende lokaliseringsutredning för tunnelbanans linjedragning.
- Samråd mellan perioden 1 juni och 29 juni 2022 avseende lokalisering av stationslägen och stationsuppgångar.
- Samråd mellan perioden 21 februari och 21 mars 2023 avseende arbetsområden, arbetstunnlar och lokalisering av depå.
- Samråd mellan perioden 18 september och 18 oktober 2023 avseende lokaliseringsutredning för ny depå.
- Samråd mellan perioden 15 november och 12 december 2023 avseende järnvägsplan, detaljplan för tunnelbanan och miljökonsekvensbeskrivning för tillståndsansökan enligt miljöbalken.
- Samråd mellan perioden 22 maj och 19 juni 2024 avseende järnvägsplan och miljökonsekvensbeskrivning för spårlinjen och stationer, järnvägsplan och miljökonsekvensbeskrivning för depå samt miljökonsekvensbeskrivning för tillståndsansökan enligt miljöbalken. Under denna samrådsperiod hölls så kallade öppna hus för allmänheten av samtliga järnvägsplaner och miljökonsekvensbeskrivningar.

Ett riktat samråd hölls mellan perioden 26 augusti och 23 september 2024 avseende vändspårsutredning för tunnelbanedepå i Älvsjö. Samrådet var riktat mot Stockholms stad, Länsstyrelsen i Stockholms län och Naturskyddsföreningen. Ett samråd genomfördes även med Trafikverket mellan perioden 8 oktober och 8 november 2024.

För en sammanställning av inkomna synpunkter och samrådsprocess hänvisas till samrådsredogörelse, Bilaga B5.

13 Ord- och begreppsförklaring

µg. Mikrogram (miljondels gram).

Arbetstunnel. Tillfällig tunnel under produktion.

Barriär. Fysisk avdelade eller hinder som påverkar kontakten mellan områden, ytor, ämnen eller faser.

Bergpåslag. Den bergyta där man påbörjar tunneldrivning i berg. För att frilägga bergpåslaget kan schaktarbeten i jord behövas. Ett bergpåslag till bergtunnel kan föregås av en betongtunnel.

Betonginklädnad. Konstruktion av betongsegment som ramar in tunnelns kontur för att förhindra vattenläckage och stabilisera konstruktionen. Kan kompletteras med ytterligare tätning eller utgå i passager med tätt berg.

Biljetthall. Utrymme innanför stationsentrén som vanligtvis innehåller spärmlinje, biljettautomat, trafikinformation, kundservice med mera.

Brandgasschakt. Ett schakt eller genomföring för att evakuera brandgaser. Brandgaserna släpps ut till det fria via en schaktöppning.

Brandgasventilation. Ventilationssystem avsett för att evakuera brandgaser.

Buller. Önskat ljud som påverkar hälsa och livskvalitet.

Byggtid. Den tidsperiod då anläggningen byggs; från byggstart till slutbesiktning inför överlämnande av anläggningen. Under byggtiden pågår byggnation som förändrar bortledningen av grundvatten, till exempel drivning av tunnel och schakt, bergförstärkning, injektering, betongarbeten med mera.

Cut and cover. Denna metod innebär att ett öppet schakt byggs från markytan. I det öppna schaktet byggs sedan en betongkonstruktion som däckas (täcks) över så att marken åter kan nyttjas.

Decibel, dB Decibel, förkortat dB. Mått på ljudstyrka. Enheten dB(A) anger att måttet är anpassat till det mänskliga örats känslighet för ljud med olika tonhöjd.

Depå. Begränsat område för uppställning, underhåll, reparation, in- och utvändigt tvätt av tunnelbanevagnar.

Detaljplan. En detaljplan upprättas av kommunen för att reglera markanvändning i ett geografiskt avgränsat område.

Drifttid. Den tidsperiod som startar då anläggningen är slutbesiktigad, under vilken är anläggningen i drift; från ibruktage till att den tas ur bruk. Under drifttiden sker inte längre någon större förändring av vattenverksamheten.

Dränvatten. Vatten från dränering av anläggningen under drifttid i syfte av att anläggningen ska vara driftbar.

Effekt (inom miljökonsekvensbeskrivning). De fysiska förändringar som uppstår i miljön till följd av påverkan. Effekterna är ofta mätbara och uttrycks neutralt.

Energibrunn. En bergborrad brunn som utnyttjar berggrunden som värmekälla.

Etableringsyta/etableringsområde. Yta som behövs i anslutning till byggverksamhet för till exempel lagring av byggmaterial och uppställning av arbetsbodas.

Fornlämning. Lämningar efter människors verksamheter under forna tider. De ska ha tillkommit genom äldre tiders bruk och vara varaktigt övergivna samt tillkomna före 1850.

Friska marker. En kategorisering av markfuktighetsklasserna där grundvattenytan i genomsnitt ligger på ett djup mellan en och två meter.

Gnejs. En bergart som är bildad genom omvandling (under höga temperaturer och tryck) av en annan ursprunglig bergart (magmatisk eller sedimentär), så kallad metamorf bergart.

Granit. En bergart som bildas då magma djupt nere i jorden genomgår en långsam avkylningsprocess, en så kallad magmatisk djupbergart. Stora delar av Sveriges berggrund utgörs av granit.

Grundvatten. Grundvatten är vatten (över atmosfärstryck) som helt fyller hålrum och sprickor både i jord och i berg. I jorden rör sig grundvattnet i hålrum mellan jordpartiklarna. Grundvatten i berg finns i sprickor och mellan sprickorna anses bergmassan vara tät.

Grundvattenbildning. Tillflöde av vatten till grundvattenzonen. Grundvatten bildas i inströmningsområden, där vatten strömmar från markvattenzonen till grundvattenzonen. I utströmningsområden sker ett omvänt flöde.

Grundvattenmagasin. En avgränsad del av ett vattengenomsläppligt jordlager. Även berggrundens vattengenomsläppliga spricksystem brukar kallas för ett (berg-) grundvattenmagasin.

Grundvattennivå. Grundvattennivå avser grundvattenytans läge i mark där jämvikt med atmosfärstryck råder och tryckpotentialen är noll. Trycknivån kan avläsas i borrhål, grävda gropar eller liknande.

HVMFS 2019:25. Havs- och vattenmyndighetens författningssamling om klassificering och miljökvalitetsnormer avseende ytvatten.

Järnvägsplan. I järnvägsplanen redovisas spårutbyggnaden i detalj. Järnvägsplanen ger verksamhetsutövaren möjligheter att lösa den mark som behövs för att bygga tunnelbanan. Järnvägsplanen fastställs av Trafikverket.

Kapacitet. Kapaciteten på en tunnelbanesträcka är det antal tunnelbanetåg som kan köras på sträckan under en given tid.

Kommunalt ledningsnät. Hanteras i projektet av Stockholm Vatten och Avfall AB, SVOA.

Konsolidering. En volymminskning (komprimering) av (ler)jord på grund av belastning eller minskning av portrycket. När en lerjord belastas pressas vatten ut ur jorden (porvolymen minskar). Om trycknivån sänks i under- eller överliggande jordlager kommer lerjordens portryck att minska med en konsolidering som följd. En överkonsoliderad jord har tidigare varit utsatt för en större belastning eller grundvattentrycknivåsänkning än dagens förhållanden. En underkonsoliderad lerjord är utsatt för en belastning eller trycknivåsänkning men har ännu inte anpassats (konsoliderats) för rådande förhållanden.

Kulturmiljölagen, KML. Bestämmelser om bland annat ortnamn, fornminnen, byggnadsminnen och kyrkliga kulturminnen.

Kumulativa effekter. Summan av effekterna av flera störningskällor, tidigare, pågående och/eller kommande, eller av flera olika effekter från ett projekt.

Lagen om byggande av järnväg reglerar hur planeringen av järnvägsutbyggnad ska ske och efter fastställd plan ger den järnvägsbyggaren stöd i processen att få ianspråkta mark.

LOD. Lokalt omhändertagande av dagvatten. En LOD-anläggning hanterar dagvatten inom det område där det bildas och som därmed onödiggör eller minskar behovet av bortledning.

Luftutbytesschakt. Ett schakt eller genomföring för att jämna ut trycket i anläggningen så att det inte blir höga lufthastigheter i stationen när ett tåg i hög hastighet anländer. Luften leds ut via en schaktöppning vid markytan.

Länshållningsvatten. Inträngande grundvatten, regnvatten eller processvatten som behöver avledas eller pumpas bort från byggarbetsplatser, exempelvis från schaktgropar eller tunnlar.

Mellanplan. Våningsplan mellan plattform och vertikalschakt.

Miljöbalken, MB. Tillståndsansökan har en miljökonsekvensbeskrivning (detta dokument) och järnvägsplanen har en annan miljökonsekvensbeskrivning, den senare ska även användas för detaljplan vid granskning (utställning) vid samordnat förfarande för planläggning av tunnelbanan.

Miljökonsekvens/konsekvens. Konsekvenser är följderna av att en miljö kvalitet förändras för något miljöintresse. Dessa uttrycks som en beskrivning av konsekvensen samt en värderande bedömning, vilka grundas på riktvärden och utpekade miljövärden från myndigheter samt genomförda inventeringar.

Miljökonsekvensbeskrivning, MKB. Tillståndsansökan har en miljökonsekvensbeskrivning och järnvägsplanen har en annan miljökonsekvensbeskrivning (detta dokument), den senare ska även användas för detaljplan vid granskning (utställning) vid samordnat förfarande för planläggning av tunnelbanan.

Miljökvalitetsnormer, MKN. Miljökvalitetsnormer är ett styrmedel i svensk miljö rätt grundat på EU-direktiv. En miljökvalitetsnorm anger exempelvis högsta eller lägsta tillåtna halt av ett visst ämne i luft/vatten/mark eller av en indikatororganism i vatten.

Miljöpåverkan/påverkan. Den fysiska förändring som uppstår av till exempel att en stationsentré tar mark i anspråk eller av att ett tunnelbanetåg kör.

Morän. En jordart som avlagrats av en glaciär eller inlandsis. Den har bildats av en osorterad blandning av stenar, från stora stenar till finkornig sand.

MSA-yta. Minimum Sector Altitude, Lägsta sektorhöjd. Den lägsta flyghöjden som garanterar minst 1 000 ft (300 meter) över högsta hinder i området.

Natura 2000. Ett nätverk inom EU som verkar för att skydda och bevara den biologiska mångfalden. Natura 2000 har kommit till med stöd av EU:s habitat- och fågeldirektiv. Bestämmelser om Natura 2000 finns främst i 7 kap. miljöbalken om områdesskydd. Natura 2000 utgör riksintresse.

Nod. Ett stadsbildsbegrepp för en plats där färdvägar korsas och många människor rör sig.

Nollalternativ. En beskrivning av en tänkt framtid om det planerade projektet inte kommer till stånd. Nollalternativet används bland annat som en referensram för att kunna värdera planens miljökonsekvenser.

Plan- och bygglagen. Lag som reglerar kommunal planläggning av mark, vatten och av byggande.

Plattform. Område invid spår för påstigande och avstigande resenärer.

Plattformsrum. Avgränsas av brandglaspartier, väggar, golv och tak. Utrymmet för tåg vid sidan av plattformen utgör en del av rummet.

PM10. Partiklar i luft med en storlek på 0,01 millimeter eller mindre.

Processvatten. Det vatten som används för byggprocessen.

Påverkansområde för grundvatten. Påverkansområde är det område som kan påverkas till följd av vattenverksamheten så att en skada riskeras vid en grundvattennivåsänkning, förutsatt att det inte genomförs några åtgärder. En grundvattenavsänkning kan ske utanför detta område men vara så liten att den inte resulterar i någon skada. De fastigheter som innehåller skadeobjekt som faller inom påverkansområdet kan bli sakägare avseende grundvattenbortledningen.

Recipient. Mottagare. Används främst om sjöar och vattendrag som får ta emot förorenade utsläpp.

Riksintresse. Bevarande- och nyttjandeintressen som pekas ut med stöd av bestämmelser i miljöbalken. Områden kan vara av riksintresse för exempelvis naturvård, kulturmiljövård, friluftsliv och kommunikation. Områden av riksintresse för naturvård, kulturmiljövård och friluftsliv ska skyddas mot åtgärder som påtagligt kan skada natur- eller kulturmiljön.

Riktvärde. Riktvärden för miljö kvalitet anges av centrala myndigheter och kan vara fastställda av riksdag/regering (till exempel för trafikbuller). Riktvärden är ej rättsligt bindande utan är vägledande för bedömningar och beslut med hänsynstagande till lokala omständigheter. Riktvärde som anges i villkor i dom anger en nivå där verksamhetsutövaren måste vidta åtgärder för att förhindra ett nytt överskridande.

Risk. Sannolikheten för en händelse multiplicerat med konsekvenserna av händelsen, om den inträffar. En stor risk kan således bestå av en osannolik händelse med stora konsekvenser, eller av en sannolik händelse med små konsekvenser.

Räls. Stålskenan i järnvägs- och tunnelbanespår.

Samråd. Den process där verksamhetsutövaren informerar samt tar in skriftliga och muntliga synpunkter från myndigheter, sakägare och allmänheten.

Samrådsredogörelse. Redogörelse för vilka samrådiskontakter som tagits och vilka synpunkter som framförts.

Schaktöverbyggnad. Fundament och/eller byggnad inklusive galler som sticker upp ovan mark och som täcker till exempel luftutbyteschakt och brandgasschakt.

Servicetunnel. En körbar tunnel under drifttiden som uppfyller krav på funktioner för underhåll av järnvägsinstallationer, tillträde till spårtunnel och utrymning från spårtunnel samt räddningstjänstens insatser. Under byggtiden har den funktion som arbetstunnel.

Släckvatten. Det förorenade vattnet som använts i släckningsarbete eller för utspädning av spill och som ska omhändertas. (Släckvatten hamnar på spår/plattform/tråg med mera efter räddningstjänstens insats).

Spårtunnel. Tunnel för spårbunden trafik.

Stag. Vid djupa schakt kan spontväggar behöva stabiliseras på grund av stort jordtryck. En lösning är att använda stag, som fungerar som monteringsstöd och antingen fästs inåt i schakten eller förankras bakåt med dragstag som går ner i berg. Dessa bakåtförankringar borrar ner i berg eller fast jord. Vid installation av stag behöver hål tas i spontväggen.

Station. Benämningen station omfattar publika utrymmen med tillhörande teknikrum (det vill säga plattform, mellanplan, etcetera upp till markplan).

Stationsentré. Ingång för resenärer till tunnelbanan från det fria eller från en annan byggnad.

Stomljud. Ljud i byggnader som uppkommer genom att vibrationer från exempelvis tågtrafik, bergborrning eller sprängning fortplantas till byggnader.

Stråk Ett stadsbildsbegrepp för rörelsekanaler som människor rör sig utefter.

Stämp. Stämp är ett monteringsstöd som används som mothållande kraft i fall där bakåtförankring inte är aktuellt, exempelvis på grund av bakomliggande konstruktioner. Stämp kan förankras vid schaktbotten eller i motstående spontvägg på passivsidan av stödkonstruktionen.

Svaghetszon. Område i berg med sämre hållfasthet och stabilitet på grund av exempelvis sprickbildningar, förkastningar och vittring.

Sänkschakt. Sänkschakt är en arbetsmetod som innebär att vertikalschaktet för stationens hissar används för byggnation av stationerna. Berguttag sker från markyta och nedåt. Via schaktet tas alla schaktmassor ut och material och maskiner tas in och ut. Etableringsytorna placeras i direkt anslutning till sänkschaktet.

Sättning. Markytan sjunker på grund av att underliggande jordlager pressats samman (konsoliderats).

Tillfällig nyttjanderätt. Innebär en tidsbegränsad rätt för en person eller verksamhet att använda en annans fastighet.

Tunnelmynning. Den fysiska plats där en tunnel kommer upp i det fria eller till befintlig tunnel. En tunnelmynning kan ha flera funktioner, till exempel påslag, utrymning till det fria, utsläpp av spränggaser under byggtid och så vidare. Tunnelmynningens geografiska beteckning används lika för alla funktioner.

Tunnelsektion. Med tunnelsektion menas spårtunnlarnas tvärsektion med två tunnelrör.

Tvärtunnel. Tunnel som förbinder två eller fler tunnlar för att skapa en tvärförbindelse som kan användas för räddning, underhåll och anläggningsarbete och ibland även för aerodynamiska ändamål. En tvärtunnel förses oftast med brandsluss men kan även vara öppen.

Uppgång. För stationerna det utrymme som tar resenärerna från plattformen upp till marknivå. Biljetthallen kan ligga under eller över mark.

Utredningsområde för grundvatten. Område inom vilket utredningar görs för att klarlägga hydrogeologiska, geologiska och geotekniska förhållanden för att kunna bedöma påverkansområde. Inom utredningsområdet utförs det även inventeringar av naturvärden, kulturvärden, byggnader och anläggningar som kan skadas till följd av vattenverksamheten.

Vattendelare. Yt- eller grundvattendelare som avgränsar ett avrinningsområde. Nederbörd som faller på området innanför vattendelaren kommer att bidra till tillrinningen och avrinningen (och grundvattenbildningen) inom området. En ytvattendelare är ofta en höjd, något som syns i terrängen och som inte förändras.

Vattenförekomst. I princip allt vatten i Sverige, förutom det öppna havet, är indelat i mindre enheter som kallas vattenförekomster. Detta görs för att kunna beskriva tillståndet i vattnet och bedöma vilka mål, miljö kvalitetsnormer, som ska gälla.

Vertikalschakt. Samlat begrepp för hisschakt, luftutbytesschakt och brandgasschakt.

VISS/VattenInformationssystem Sverige. Nationell databas för miljöövervakning av vattenförekomster, framtagna Vattenmyndigheterna, länsstyrelserna och Havs- och vattenmyndigheten.

Ytvatten. Synligt vatten i form av sjöar, vattendrag, hav och våtmarker.

Översiktsplan. En kommuntäckande plan som redovisar grunddragen i mark- och vattenanvändningen samt hur den bebyggda miljön ska utvecklas och bevaras. I planen redovisas dessutom kommunens ställningstagande till olika allmänna intressen, till exempel jord- och skogsbruk som är av nationell betydelse. Översiktsplanen är inte juridiskt bindande men ska ge vägledning för efterföljande beslut om användningen av mark- och vattenområden.

14 Referenser

- Boverket. PBL-kunskapsbanken (nationella kulturmiljömål). <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/teman/kulturvarden/andra-Styrmedel-for-kulturvarden/kulturmiljomalen/>
- Fiskeriverket. Områden av riksintresse för yrkesfisket. Rapport FINFO 2006:1.
- Förvaltningen för utbyggd tunnelbana, Region Stockholm. (2023). PM Tunnelbana till Älvsjö – Allmänventilation, systemlösning tunnel och stationer.
- Förvaltningen för utbyggd tunnelbana, Region Stockholm. (2023). Beräkning av riktvärde för partikelhalt PM10 för plattformsrums i spårtunnel för ny tunnelbana Älvsjö.
- Länsstyrelsen i Stockholms län, digital karttjänst (riksintressen) <https://ext-geoportal.lansstyrelsen.se/standard/?appid=d1b3761e5e944f129a698acc7e7ed183>
- Naturvårdsverket (2009). Rapport 5976, Riktvärden för förorenad mark. Naturvårdsverket. Stockholm. ISBN: 978-91-620-5976-7.
- Ohlin, V., Granberg, M. (2023). Inventering av groddjur i Stockholms stad – Miljöövervakning 2023. Calluna AB.
- Region Stockholm. Hållbarhetsstrategi 2022-2027. Dnr: RS 2020-0779
- Riksantikvarieämbetet. Riksintressen för kulturmiljövården – Stockholms län (AB). Uppdaterad 2023-07-04. https://www.raa.se/app/uploads/2023/07/Stockholm-AB_riksintressen.pdf
- SGI (2015). Preliminära riktvärden för högfluorerade ämnen (PFAS) i mark och grundvatten. Publikation 21.
- SGU (2023a). Bergartskartan. URL: <https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-berg-50-250-tusen.html>
- SGU (2023b). Jordartskartan. URL: <https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-jordarter-25-100.html>
- SGU (2024). Sveriges geologiska undersöknings föreskrifter om kartläggning, riskbedömning och klassificering av status för grundvatten. SGU-FS 2023:1.
- SMHI. (2023). www.smhi.se. Hämtat från SMHI: <https://www.smhi.se/reflab/luftkvalitetsmodeller/luftkvalitetsmodeller/val-av-luftkvalitetsmodell-1.19798>
- Svenska Petroleum Institutet, SPI (2011). SPI Rekommendation, efterbehandling av förorenade bensinstationer och dieselanläggningar.
- Stockholms läns landsting (2018). Regional utvecklingsplan för Stockholmsregionen RUF2050. http://www.rufs.se/globalassets/e.-rufs-2050/rufs_regional_utvecklingsplan_for_stockholmsregionen_2050_tillganglig.pdf
- Stockholms stad. Stockholms Luft- och Bulleranalys SLB (2023). www.slb.nu. Hämtat från SLB: <https://www.slb.nu/slbanalys/luftforeoreningskartor/>
- Stockholms stad. Miljöprogram 2020-2023. Beslutat av kommunfullmäktige 2020-05-25.
- Stockholms stad. Översiktsplan för Stockholms stad. Laga kraft 2018-03-23.
- Stockholms stad. Översiktsplan för Stockholms stad. Bilaga: Riksintressen enligt miljöbalken.
- Stockholms stad (2022) Detaljplan Årstafältet Etapp 2n Dp 2016-21183

Stockholms stad (2022) Detaljplan Årstafältet Etapp 2s DP 2013-00525

Stockholms stad. (2023). *Om trafiksnitt*.

<https://miljobarometern.stockholm.se/trafik/motorfordon/trafikfloden-innerstaden-och-regioncentrum/om-trafiksnitt/>. Hämtad 2023-08-08.

Trafikverket. Trafikverkets beslutade riksintressen. <https://riksintressenkartor.trafikverket.se>

15 Sakkunskap

Denna miljökonsekvensbeskrivning utgör underlag till tillståndsansökan för vattenverksamhet enligt miljöbalken som tas fram med anledning av grundvattenbortledning under anläggande och drift av tunnelbanan. Utöver MKBn, har även Teknisk beskrivning och PM Hydrogeologi (Bilaga A och Bilaga C till ansökan) tagits fram genom samarbete mellan en rad olika experter inom olika teknikområden.

Att ansvariga personer har den utbildning och erfarenhet som behövs för att miljöprövningshandlingarna och dess process ska uppfylla miljöbalkens krav på att sakkunskap är uppfyllt enligt miljöbedömningsförordningen redovisas i Bilaga B6 *Sakkunskap*.

I bilagan namnges främst nyckelkompetenser som deltagit i bedömningar, beskrivningar, beräkningar och modelleringar med mera för respektive sakområde, utöver dessa har ytterligare expertis använts.

Tunnelbana mellan Fridhemsplan och Älvsjö är ett samverkansprojekt mellan staten, Stockholms stad och Region Stockholm. Regionen har i uppdrag att planera och bygga den nya tunnelbanelinjen. Linjen är fristående och därför behövs även en ny depå byggas där tågen kan underhållas och ställas upp. Byggtiden beräknas vara cirka nio år.