

Miljöprövning för utbyggd depå i Högdalen

Bilaga B

Miljökonsekvensbeskrivning



Miljökonsekvensbeskrivning

Bilaga B

Miljöprövning för utbyggd depå i Högdalen

Titel: Miljökonsekvensbeskrivning

Uppdragsledare: Catrine Söderström, WSP

Författare: Katrin Eitrem Holmgren, Johanna Antevik, Anders Bergman

Projektledare: Jörgen Niklasson, FUT

Bilder & illustrationer: FUT/WSP om inget annat anges

Dokumentid: 5140-M53-22-01002

Diarienummer: FUT 2016-0027

Utgivningsdatum: 2019-06-14

Distributör: Region Stockholm

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

Innehållsförteckning

1	Icketeknisk sammanfattning	8
2	Inledning.....	10
2.1	Bakgrund och syfte.....	10
2.2	Avgränsning.....	11
2.2.1	Miljöaspekter.....	12
2.2.2	Avgränsning i tid	13
2.2.3	Geografisk avgränsning.....	13
2.3	Metodik.....	14
2.3.1	Underlag och osäkerheter.....	16
3	Planeringsunderlag.....	17
3.1	Befintliga verksamheter	17
3.1.1	Markavvattningsföretag	17
3.1.2	Tillsynsärende	18
3.2	Detaljplaner och pågående projekt.....	18
3.3	Järnvägsplan.....	20
3.4	RUFS 2050.....	20
3.5	Stockholms stads översiktsplan.....	21
3.6	Miljökvalitetsnormer	21
3.6.1	Vattenkvalitet	21
3.6.2	Luft	22
3.7	Ekosystemtjänster.....	22
4	Beskrivning av området.....	23
4.1	Lokalisering	23
4.2	Mark- och vattenförhållanden	23
4.2.1	Markförhållanden.....	23
4.2.2	Ytvatten	24
4.2.3	Grundvatten	26
4.2.4	Berg- och geoteknik.....	28
4.3	Föroreningar	29
4.3.1	Förorenade områden.....	29
4.3.2	Föroreningar i jord	29
4.3.3	Föroreningar i vatten.....	30
4.4	Bebyggelse och markanvändning.....	31
4.4.1	Omgivningsbuller	32
4.5	Riksintressen och skyddade områden	32
4.6	Naturmiljö och friluftsområden.....	33
4.7	Kulturmiljö.....	35
4.8	Andra objekt som påverkar grundvattenförhållandena.....	36
4.9	Andra verksamheter.....	37
5	Beskrivning av anläggningen och byggmetoder	38

5.1	Anläggningen	38
5.1.1	Anslutningsspår, förbifartsspår och uppställningshall	38
5.1.2	Arbets-/servicetunnel.....	39
5.1.3	Depåområdet	39
5.1.4	Schakt till markytan	40
5.1.5	Vattenhantering och utsläpp av vatten.....	40
5.1.6	Infiltration	41
5.2	Byggmetoder	41
5.2.1	Byggmetoder i berg.....	42
5.2.2	Byggmetoder i jord	43
5.2.3	Material och produkter.....	44
5.2.4	Arbetsvägar och arbets-/etableringsområden.....	45
6	Alternativ	47
6.1	Nollalternativ	47
6.2	Utredda lokaliseringar	47
6.2.1	Anslutningsspår till Gröna linjens Farstagren	49
6.3	Utformningsalternativ av arbets-/servicetunnel och uppställningshallen.....	52
6.4	Anslutning till Högdalsdepån	53
6.5	Byggmetod - tunneldrivning.....	54
7	Konsekvenser av grundvattenbortledningen.....	55
7.1	Generella konsekvenser av grundvattenbortledning.....	55
7.1.1	Sättningar i mark.....	57
7.1.2	Skador på byggnader och anläggningar	57
7.1.3	Påverkan på brunnar	57
7.1.4	Spridning av föroreningar	57
7.1.5	Natur-, kulturobjekt och fornlämningar	58
7.1.6	Radon	58
7.2	Skadeförebyggande åtgärder	59
7.2.1	Tätning	59
7.2.2	Infiltration	60
7.2.3	Andra åtgärder.....	61
7.3	Influensområde och inläckage	61
7.3.1	Influensområde för grundvatten	61
7.3.2	Inläckage.....	62
7.4	Konsekvenser för mark, byggnader och anläggningar i jord	63
7.4.1	Bedömningsskala.....	63
7.4.2	Känsliga objekt/områden	64
7.4.3	Konsekvenser av nollalternativ	66
7.4.4	Konsekvenser under bygg- och drifttid	66
7.5	Konsekvenser för anläggningar i berg	70
7.5.1	Bedömningsskala.....	70
7.5.2	Känsliga objekt/områden	71

7.5.3	Konsekvenser av nollalternativ	71
7.5.4	Konsekvenser under bygg- och drifttid	71
7.5.5	Skyddsåtgärder	72
7.6	Konsekvenser av spridning av föroreningar i grundvatten.....	73
7.6.1	Bedömningsgrund	73
7.6.2	Konsekvenser av nollalternativ	74
7.6.3	Konsekvenser under bygg- och drifttid	74
7.7	Konsekvenser för naturmiljö – grundvattenpåverkan.....	76
7.7.1	Bedömningsskala.....	76
7.7.2	Konsekvenser av nollalternativ	77
7.7.3	Konsekvenser under bygg- och drifttid	78
7.8	Konsekvenser för kulturmiljö – grundvattenpåverkan	79
7.8.1	Bedömningsskala.....	79
7.8.2	Känsliga objekt/områden	80
7.8.3	Konsekvenser av nollalternativ	80
7.8.4	Konsekvenser under bygg- och drifttid	81
7.9	Konsekvenser för vattenmiljö – utsläpp av vatten.....	82
7.9.1	Bedömningsskala.....	82
7.9.2	Konsekvenser av nollalternativ	83
7.9.3	Konsekvenser under bygg- och drifttid	83
8	Övriga miljökonsekvenser under byggtiden	84
8.1	Buller och stömljud.....	85
8.1.1	Allmänt om buller.....	85
8.1.2	Bedömningsskala.....	87
8.1.3	Hantering av risker för bullerstörningar	88
8.1.4	Konsekvenser nollalternativ	89
8.1.5	Konsekvenser under byggtiden	89
8.1.6	Stömljud	95
8.1.7	Konsekvenser nollalternativ	96
8.1.8	Konsekvenser under byggtiden	97
8.2	Vibrationer.....	98
8.2.1	Allmänt om vibrationer	98
8.2.2	Bedömningsskala.....	99
8.2.3	Konsekvenser nollalternativ	99
8.2.4	Konsekvenser under byggtiden	99
8.3	Masshantering och transporter.....	100
8.3.1	Generell masshanteringsplan.....	100
8.3.2	Transporter.....	100
8.3.3	Kross och upplag	101
8.3.4	Hantering av förorenade massor.....	102
8.4	Luftkvalitet.....	102
9	Indirekta konsekvenser av sökt verksamhet.....	104

9.1	Klimat.....	104
9.2	Människors hälsa	104
9.3	Hushållning med mark och landskap	105
10	Samlad bedömning.....	106
11	Miljömål.....	108
11.1	Nationella.....	108
	Begränsad klimatpåverkan	108
	Grundvatten av god kvalitet.....	108
	Frisk luft.....	108
	God bebyggd miljö	108
	Ett rikt växt- och djurliv.....	108
11.2	Regionala	109
	Stockholms läns landstings miljöprogram 2017-2021.....	109
11.3	Lokala.....	109
	Stockholms stad.....	109
12	Kontrollprogram.....	110
12.1	Grundvatten.....	110
12.1.1	Inläckage till bergtunnlar och schakt	110
12.1.2	Grundvattennivåer i jord och berg	110
12.1.3	Sättningsrörelser i byggnader, anläggningar och mark.....	110
12.1.4	Infiltration	110
12.2	Miljöfarlig verksamhet.....	111
12.2.1	Byggbuller.....	111
12.2.2	Vibrationer	111
12.2.3	Kvalitetskontroll av länshållningsvatten	111
13	Samråd.....	112
14	Referenser.....	114

Bilagor

Bilaga B1	Masshanteringsplan, Utbyggnad av tunnelbanan, SLL, 2016-11-30
Bilaga B2	Åtgärdsplan för buller och stomljud under byggtiden, SLL, 2015-11-20
Bilaga B3	Åtgärdsplan för vibrationer gällande kulturbyggnader, SLL, 2015-12-07
Bilaga B4	Samrådsredogörelse, mars 2019
Bilaga B5	PM Miljökvalitetsnormer för ytvatten

1 Icketeknisk sammanfattning

Stockholm växer med drygt 35 000 personer om året och har även en viktig roll i landets ekonomiska tillväxt. Enligt prognoser förväntas den totala befolkningen i Stockholms län öka från dagens 2,1 miljoner till 2,6 miljoner år 2030. 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.

Utöver utbyggnad av tre tunnelbanelinjer inom Stockholmsregionen kommer även den befintliga Högdalsdepån längs Gröna linjens Hagsätragen att byggas ut. Utbyggnaden av Högdalsdepån innebär att nya anslutningsspår, uppställningshall, förbifartsspår och arbets-/servicetunnel byggs ut, i huvudsak under mark, mellan befintlig Högdalsdepå och Farstagrenen söder om Örbyleden.

Denna miljökonsekvensbeskrivning (MKB) har tagits fram som ett underlag i Regions Stockholms, tidigare Stockholms läns landsting, (SLL) ansökan om tillstånd enligt miljöbalken. Grundvatten kommer att behöva ledas bort under bygg- och drifttid för de planerade anläggningarna, vilket är tillståndspliktig vattenverksamhet enligt miljöbalken. Region Stockholm ansöker därmed om tillstånd hos mark- och miljödomstolen att få leda bort grundvatten samt infiltrera vatten vid behov.

Region Stockholm har haft samråd med myndigheter och allmänhet under 2014 och 2015 angående arbetet med depålokaliseringen. Samråd rörande spårdragning för anslutningsspår, samt placering och utformning av uppställningshall under mark har skett under 2016. Samråd pågick under höst och vinter 2016, och ytterligare ett kompletterande samråd under december 2018 till januari 2019. Ett antal samrådsmöten har även ägt rum med myndigheter och intresseorganisationer. Länsstyrelsen bedömde i beslut den 14 december 2016 att vattenverksamheten kan antas medföra betydande miljöpåverkan. Parallellt med tillståndsansökan sker en prövning av järnvägsplan enligt lag om byggande av järnväg och detaljplan enligt plan- och bygglagen.

Byggstart förväntas ske 2020 och beräknad byggtid är cirka 6 år. Denna MKB avhandlar de miljöaspekter som påverkas på ett betydande sätt av projektet genom grundvattenbortledning, så som konsekvenser för anläggningar i berg och mark. Dessutom omfattar rapporten betydande miljöaspekter under byggtiden av anläggningen, som buller, stömljud, utsläpp till vatten, masshantering, transporter och vibrationer.

Planerad anläggning kommer nästan uteslutande att gå i berg, förutom vid schakt i jord för arbets-/servicetunneln och anslutningsspår som går upp i markytan. De planerade anläggningarna kommer att medföra inläckage av grundvatten under både bygg- och drifttid. Detta inläckage kan variera längs med tunneln, beroende på hur tätt berget är och hur väl tätningen lyckas. Inläckande grundvatten medför en grundvattentrycksänkning kring tunnelarna. Störst sänkning sker närmast tunnelarna och avsänkning minskar med ökat avstånd från tunnelarna.

Depåutbyggnaden ger i sin helhet positiva konsekvenser för det regionala klimatet genom att fler avgångar möjliggörs och resande med tunnelbana släpper ut mindre växthusgaser än motsvarande resor med personbil och buss.

Överlag bedöms depåutbyggnaden medföra små, negativa konsekvenser under både bygg- och drifttid.

Den samlade bedömningen för påverkan på mark, byggnader och anläggningar i jord på grund av grundvattenbortledning, med vidtagna skyddsåtgärder, är att negativa konsekvenser under bygg- och drifttid kommer att utebli. Detta gäller även för berört markavvattningsföretag. Utan åtgärder

och försiktighetsmått bedöms det finnas en viss risk för sänkning av grundvattennivån i berg och jord. Grundvattennivåsänkningar kan innebära negativa konsekvenser för energibrunnar inom influensområdet. Om negativ påverkan uppkommer är utgångspunkten att fastighetsägare med påverkad energibrunn ska få ersättning. Inga negativa konsekvenser bedöms uppstå till följd av föroreningsutbredning till grundvatten. Skyddsinfiltration och injektering är exempel på skyddsåtgärder för att undvika grundvattenpåverkan.

Utsläpp av dränvatten, det vill säga det kontinuerliga basflödet från tunnarna, kommer att vara förhållandevis litet. Vattnet kommer efter kontroll och rening i VA-stationen, att ledas till recipienten Drevviken. Under drifttid bedöms de negativa konsekvenserna vara små. Konsekvenserna för naturmiljö som en följd av en grundvattenavsänkning bedöms vara små negativa och övergående.

Inga negativa konsekvenser bedöms uppstå för kulturmiljö, inräknat vidtagna åtgärder. Dessa åtgärder innefattar upprättande av kontrollprogram som inkluderar kulturhistoriskt värdefulla byggnader.

Vad gäller övergående störningar under byggtiden är konsekvensbedömningen mer varierande. För stömljud bedöms de negativa konsekvenserna som måttligt negativa, medan de för buller och vibrationer bedöms som små efter vidtagande av skyddsåtgärder. Åtgärdsplaner för detta redovisas i Bilaga B2 och B3 till denna miljökonsekvensbeskrivning. Vad gäller masshantering kommer det utbrutna berget att återanvändas inom regionen, se vidare i Bilaga B1.

2 Inledning

Denna MKB är en bilaga till ansökan om tillstånd enligt miljöbalken för vattenverksamhet med anledning av anläggande och drift av utbyggd depå i Högdalen.

2.1 Bakgrund och syfte

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

För att möta behoven träffades en överenskommelse mellan staten, Region Stockholm, Stockholm stad, Järfälla kommun, Nacka kommun och Solna stad om en utbyggnad av tre tunnelbanelinjer och sammanlagt 82 000 bostäder i de tre kommunerna, den så kallade Stockholmsöverenskommelsen. Stockholmsöverenskommelsen innebär att tunnelbanan byggs ut till Nacka, Arenastaden och Barkarby. Blå linje byggs ut till Gullmarsplan och söderort och kopplas samman med Gröna linjens Hagsätragren, se Figur 1. Depån i Högdalen byggs ut och anpassas för att kunna sköta underhåll och uppställning av de nya tåg som behövs då tunnelbanan växer.

De fyra kommunerna åtar sig att bygga totalt 82 000 nya bostäder i tunnelbanans närområde – antingen själva eller genom annan markägare/exploatör. I mars 2017 kom Region Stockholm och Solna stad överens i ett separat avtal om att det även ska byggas en station i Hagalund på Gula linjen. Stationen finns med i Sverigeförhandlingen (en fortsättning på Stockholmsförhandlingen) och den tillkommande kostnaden delas mellan Region Stockholm, Solna stad och staten.

Den nya tunnelbanan är en viktig pusselbit för hela Stockholmsregionens utveckling. Stockholm hör till de mest snabbväxande städerna i Europa. Region Stockholm ansvarar för tunnelbanans utbyggnad. Detta genom Förvaltning för utbyggd tunnelbana (FUT) som inrättades den 1 mars 2014. Byggstarten för projektet utbyggd depå i Högdalen beräknas ske under 2020.



Figur 1. Karta över framtida tunnelbanenät i Stockholms län efter utbyggnad enligt Stockholmsöverenskommelsen från 2013. Grå cirkel markerar läget för Högdalsdepån.

För utbyggnaden av nya tunnelbanan krävs fler tåg. Fler tåg innebär behov av utökad depåkapacitet, bland annat genom fler uppställningsplatser och åtkomst till de olika tunnelbanegrenarna. Enligt beslut i landstingsstyrelsen ska Högdalsdepån anslutas till Gröna linjens Farstagren samt utöka sin kapacitet. Projekt utbyggd depå i Högdalen innebär att en ny uppställningshall byggs under mark för cirka tio tågset, samt att befintlig Högdalsdepå ovan mark kompletteras med fler uppställningsplatser genom utbyggnad av dagens uppställningshall, tvätt- och saneringshallen byggs om och ut samt expanderings av depåområdet söder om befintlig depå. Ny spåranslutning byggs mellan depån och Gröna linjens Farstagren. En arbetstunnel byggs för tunneldrivning under utbyggnaden, arbetstunneln kommer sedan övergå till att fungera som servicetunnel under drifttiden.

I och med att anslutningsspåren och uppställningshallen anläggs under grundvattenytan krävs tillstånd enligt miljöbalken för bortledning av grundvatten från anläggningen under bygg- och drifttid. Bortledning av grundvatten benämns vattenverksamhet och för detta krävs tillstånd enligt miljöbalken. Tillstånd krävs även för infiltration, som kan komma att användas som skyddsåtgärd vid eventuell grundvattennivåsänkning. Tillståndsansökan prövas av mark- och miljödomstolen miljöprövning.

2.2 Avgränsning

I projektet för utbyggd depå i Högdalen kommer två typer av MKB:er att tas fram; MKB för ansökan om tillstånd enligt miljöbalken och MKB för järnvägsplan. MKB för järnvägsplan gäller även för den detaljplan som Stockholm stad tar fram för anslutningen mellan Högdalsdepån och Farstagrenen.

MKB-dokumentet för tillstånds- respektive planprocessen har delvis olika syfte och fokus. MKB:n för tillståndsprövningen enligt miljöbalken utgår från den bedömning av miljökonsekvenser som behövs för den prövningen, medan järnvägsplan och detaljplan reglerar markåtkomst och markanvändning. Miljökonsekvenser utifrån vad som beskrivs i järnvägsplanen kopplade till drifttiden belyses översiktligt som indirekta konsekvenser i denna MKB. Miljökonsekvenserna redovisas i detalj i MKB för järnvägsplan. Järnvägsplanen reglerar vilka skyddsåtgärder som behövs i den färdiga anläggningen med hänsyn till omgivningen samt möjliggör markåtkomst.

De delar av anläggningen som kräver tillstånd för vattenverksamhet är:

- Spårtunnlar, tvärtunnlar och uppställningshall under mark – bortledning av grundvatten under bygg- och drifttid.
- Arbets-/servicetunnel – bortledning av grundvatten under bygg- och drifttid.
- Schakt för anslutningar mot markytan – bortledning av grundvatten vid jord- och bergschakt under byggtid.
- Grundvattenbortledning under byggtiden för schakt i jord inom depåområdet för servicehall, tvätthall och ledningar.
- Skyddsåtgärd vid risk för skadlig grundvattensänkning – infiltration.

2.2.1 Miljöaspekter

Följande miljöaspekter belyses i denna miljökonsekvensbeskrivning:

- Påverkan på byggnader, även blåklassade, och anläggningar från grundvattennivåsänkningar (eller höjningar), främst i form av sättningar och sänkta vattennivåer i brunnar.
- Påverkan på naturmiljö beroende på grundvattennivåsänkningar, exempelvis minskning av växttillgängligt vatten eller minskad utbredning av våtmark.
- Påverkan på naturmiljö från utsläpp av länshållningsvatten och dränvatten från anläggningen.
- Påverkan på naturmiljö eller människors hälsa beroende på spridning av föroreningar i mark och grundvatten.
- Påverkan på kulturmiljö i form av sättningar från grundvattennivåsänkningar på grund av att träpålar exponeras för syre.

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 (blåklassade byggnader) beroende på vibrationer.
- Påverkan från masshantering och transporter, framför allt hushållning av naturresurser och påverkan på människors hälsa.

Indirekta konsekvenser för klimat, människors hälsa och hushållning med mark och landskap samt verksamhetens utsatthet och sårbarhet för klimatförändringar eller andra yttre händelser, beskrivs också.

För miljöaspekten ljusstörning som kan komma att uppstå vid etableringsytorna om dessa hålls upplysta för arbete eller säkerhet under kvällar och nätter förväntas inte någon negativ konsekvens uppstå då belysningen kan riktas och skärmassas för att inte störa närboende, vidare kommer belysning endast krävas under byggtid varför påverkan är övergående.

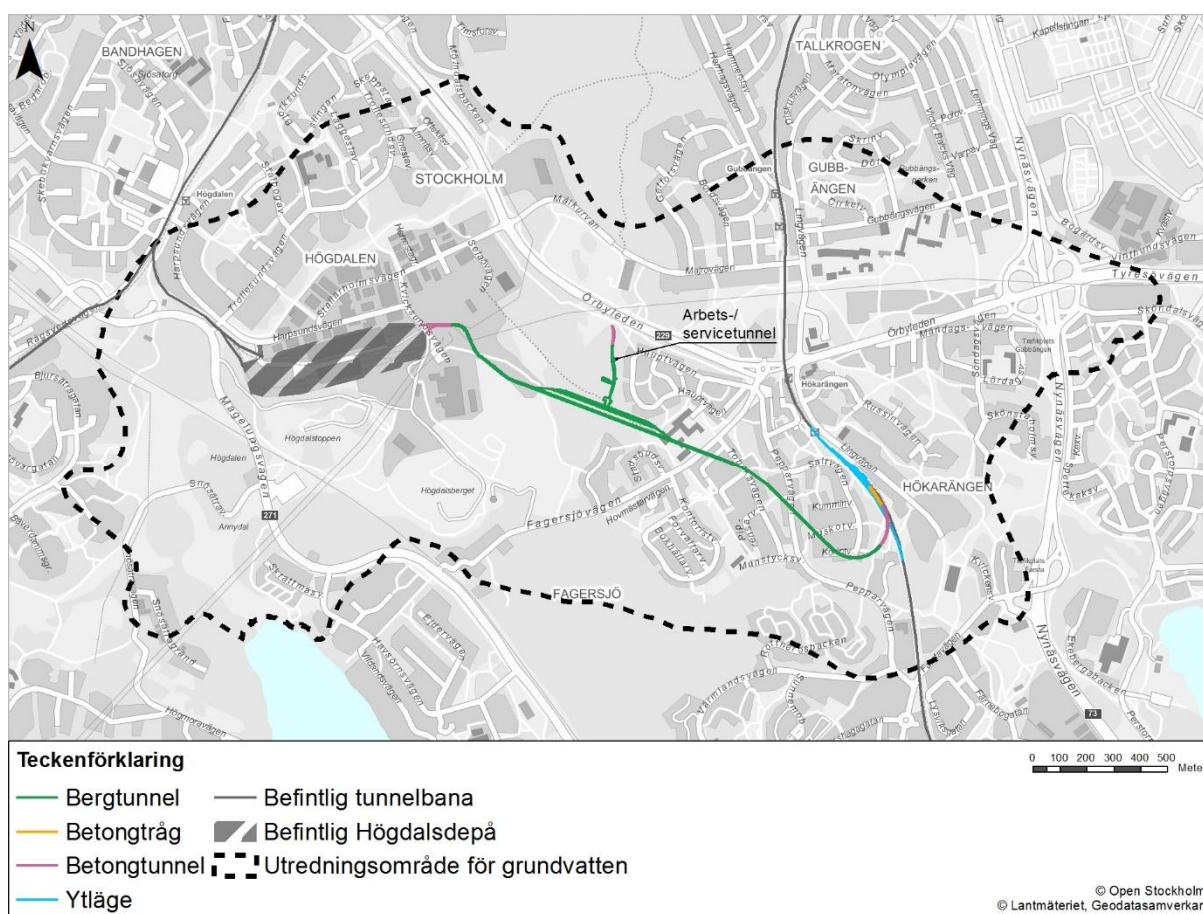
Ingen källa till värme på en sådan nivå att det skulle kunna medför någon påverkan har identifierats i arbetet med MKB:n. Inte heller några strålningskällor har identifierats varför den aspekten inte beskrivs.

2.2.2 Avgränsning i tid

Miljökonsekvensbeskrivningens avgränsning i tid avser när en konsekvens kan antas uppstå och hur länge den kan antas bestå. Avgränsningen beror på om det är bygg- eller drifttiden som bedöms och huruvida konsekvenserna är övergående eller permanenta. Byggtiden beräknas bli cirka 6 år. Planerad byggstart är 2020. Konsekvenser i samband med drifttiden avser en tänkt situation år 2030 då tunnelbanan beräknas vara färdigställd och i drift sedan några år.

2.2.3 Geografisk avgränsning

Inventering och utredning av grundvattenförhållanden, geologi, geoteknik, samt natur- och kulturvärden har skett inom ett större geografiskt område som benämns utredningsområde för grundvatten. Utredningsområdet är ett väl tilltaget område runt planerad anläggning där Region Stockholm i tidigt skede bedömde att grundvattnet möjligen kunde påverkas, se Figur 2.



Figur 2. Utredningsområde för grundvatten.

Utredningsområdet för grundvatten har även använts som avgränsning för samrådskretsen.

Slutlig beskrivning av bedömd grundvattenpåverkan och konsekvenser som är kopplade till vattenverksamheten utförs inom ett beräknat influensområde för grundvatten. Influensområdet är det område som kan påverkas av grundvattensänkning om inga skyddsåtgärder genomförs. Det är framtaget utifrån resultat av genomförda hydrogeologiska fältundersökningar och beräkningar.

Definition av utredningsområde för grundvatten

Område inom vilket utredningar görs för att klargöra hydrogeologiska, geologiska och geotekniska förhållanden för att kunna bedöma ett influensområde. Inom utredningsområdet utförs även inventeringar av naturvärden, kulturvärden, byggnader och anläggningar som kan skadas till följd av vattenverksamheten.

Definition influensområde för grundvatten

Område inom vilket det kan uppkomma grundvattenpåverkan till följd av vattenverksamheten.

Beskrivning av aspekter under byggtiden utförs inom det område som behövs med hänsyn till förståelse för projektets påverkan och konsekvenser:

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

2.3 Metodik

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

Utredningar avseende grund- och ytvattenpåverkan och konsekvenser för specifika objekt redovisas i PM Hydrogeologi, Bilaga C till ansökan.

I miljökonsekvensbeskrivningar definieras begreppen påverkan, effekt och konsekvens enligt rutan nedan.

Påverkan

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

Effekt

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

För att genomföra miljökonsekvensbedömningen identifieras först påverkan, det vill säga den fysiska förändring som kan uppkomma. Sedan identifieras vilka effekter som kan uppstå av påverkan. 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 MKB:ns konsekvensbedömningar, Figur 3. Om ett område med stort värde störs i stor omfattning innebär det stora negativa konsekvenser, medan en liten störning inom ett område med stort värde innebär måttligt negativa konsekvenser. Positiva konsekvenser kan uppstå om inverkan på ett område är positivt.

En bedömning har gjorts av vilken påverkan projektet antas medföra för respektive aspekt och hur stor omfattningen av denna påverkan blir, det vill säga effekten. Skalan som använts är stora negativa effekter, måttliga negativa effekter, små negativa effekter, ingen effekt/inverkan, små positiva effekter, måttliga positiva effekter, stora positiva effekter.

Storleken på konsekvensen har bedömts genom en sammanvägning av värdet eller känsligheten och omfattningen av ingreppet. 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.

Skyddsåtgärd

Med skyddsåtgärd avses i denna MKB skadeförebyggande eller skadebegränsande åtgärder, begränsningar och försiktighetsmått. Försiktighetsmått och begränsningar kan dock ha vidtagits innan bedömning om påverkan och således lindra verksamhetens påverkan vid bedömningen.

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

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.

2.3.1 Underlag och osäkerheter

MKB:er är alltid förknippade med osäkerheter. Det finns dels osäkerheter i alla antaganden om framtiden, dels osäkerheter förknippade med analytisk kvalitet och kunskapsläge. Underlag kan vara missvisande och andra uppgifter kan vara felaktiga. Allt eftersom kunskaperna om ett projekt fördjupas kan dessa osäkerheter minskas. En mer detaljerad redogörelse för osäkerheter i underlag och bedömningar finns redovisad i de enskilda miljöaspektskapitlen i kapitel 7-9. Under samma rubrik finns även en översiktlig beskrivning av de prognos- och mätmetoder, underlag samt informationskällor som använts som grund för nulägesbeskrivningar och bedömningar.

3 Planeringsunderlag

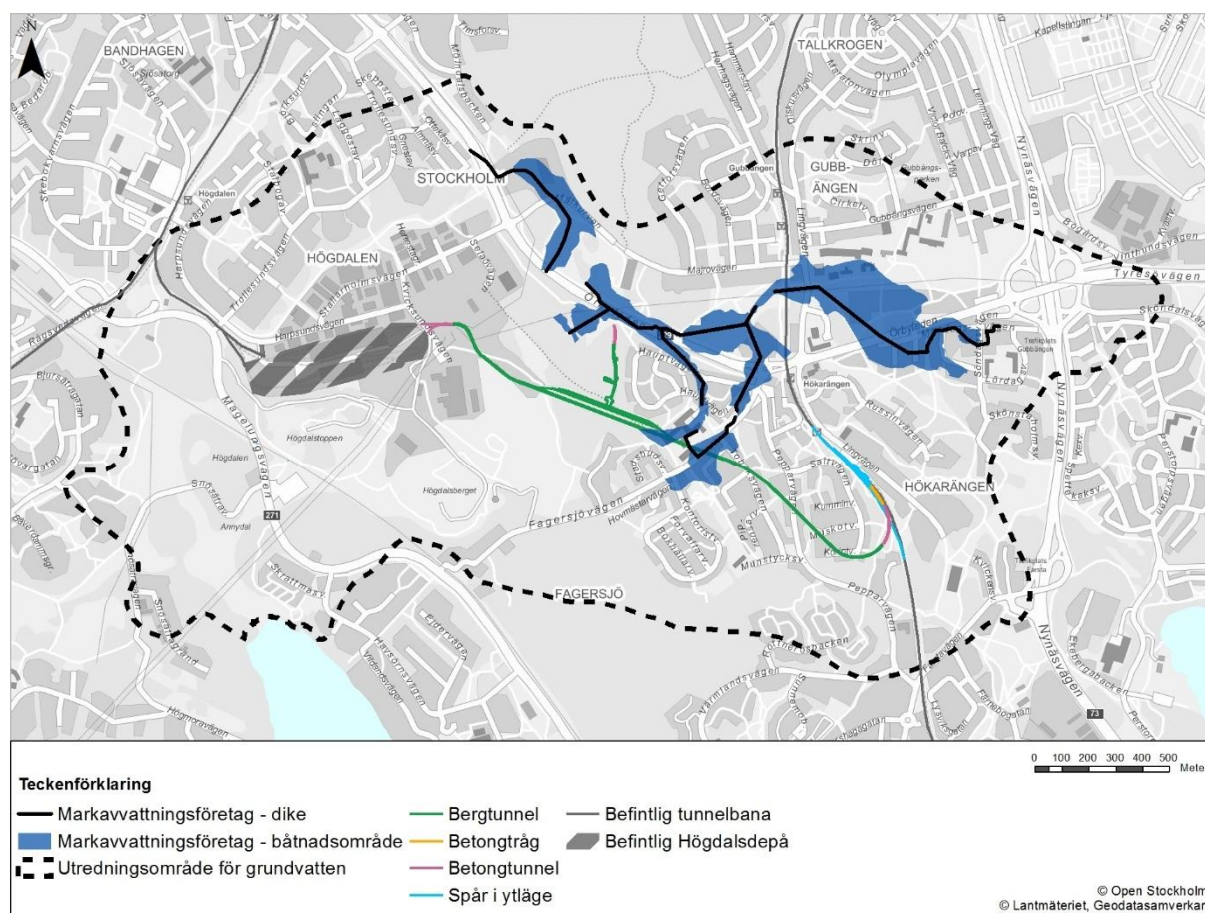
3.1 Befintliga verksamheter

Det finns inga miljödomar gällande bortledning av grundvatten inom utredningsområdet, dock finns det ett markavvattningsföretag.

3.1.1 Markavvattningsföretag

Inom utredningsområdet förekommer ett markavvattningsföretag, Herrängen-Gubbängen torrlägningsföretag med ID AB_2_2059, se Figur 4.

Företaget är upprättat år 1932 och syftar till att avvatta vattenskadad odlingsmark.



Figur 4. Markavvattningsföretagets utbredning inom utredningsområdet.

Sedan markavvattningsföretaget inrättades har markanvändningen inom det berörda området förändrats. Marken inom båtnadsområdet (det område som drar nytta av den sänkta vattennivån i marken) används inte längre som odlingsmark och är idag delvis bebyggd med bostäder och vägar. Området förblir dock ett båtnadsområde enligt miljöbalken och tillståndet för företaget gäller än.

I markavvattningsföretaget ingår ett dike som benämns som huvuddike samt fyra diken som benämns som sidodiken. Vid bildandet av företaget var dessa diken till allra största delen öppna diken. Enligt kartor och flygfoton tycks inga av de i markavvattningsföretaget ingående diken idag vara öppna diken. Det är möjligt att diken fortfarande finns kvar, antingen i befintlig eller i ny sträckning, men nu som kulverterade diken.

Inom eller delvis inom båtadsområdet finns en uppställningsplats för bussar och en idrottsplats. En del av båtadsområdet är idag en öppen gräsyta som delvis utgörs av ett koloniområde och delvis av en öppen yta som används för rekreation och friluftsliv.

3.1.2 Tillsynsärende

Stockholms Gas anläggning på fastigheten Tippen 4, cirka 100 meter öster om depån, klassas som miljöfarlig verksamhet enligt 9 kap miljöbalken. Miljö- och hälsoskyddsnämnden i Stockholms stad är tillsynsmyndighet för verksamheten och har 2010-11-04 förelagt verksamhetsutövaren att vidta försiktighetsåtgärder vid drift av anläggningen. Föreläggandet innebär i huvudsak att:

1. Vatten motsvarande den mängd dagvatten som bortleds från hårdgjorda ytor, med vattenkvalitet motsvarande rent dricksvatten, ska tillföras Gökdalens våtmark under sommarhalvåret, främst under juni och juli.
2. Mängden vatten som tillförs Gök dalen ska mätas och dokumenteras. (Det görs i miljörapport för anläggningen. Cirka 400 m³ vatten tillförs varje sommar enligt uppgift från Stockholm Gas).

Den befintliga verksamheten vid Högdalsdepån klassas som miljöfarlig verksamhet enligt kapitel 9 i miljöbalken och har anmälts till tillsynsmyndigheten, Miljöförvaltningen i Stockholm stad.

3.2 Detaljplaner och pågående projekt

Tillstånd kan inte lämnas till en verksamhet som strider mot gällande detaljplan. Grundvattenbortledningen som beskrivs i denna miljökonsekvensbeskrivning strider inte mot några nu gällande detaljplaner.

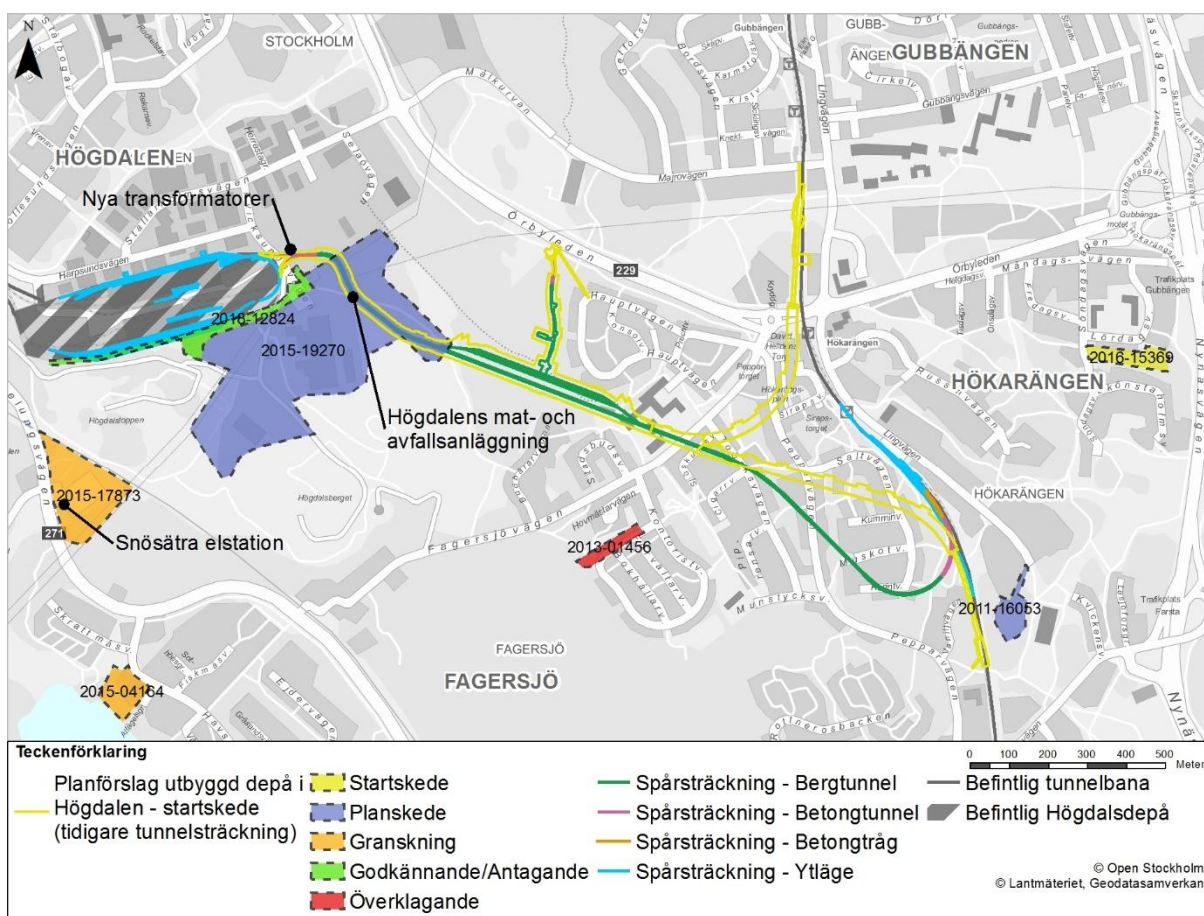
Parallellt med utarbetandet av järnvägsplanen arbetar Stockholms stad med att ta fram de detaljplaner som krävs för utbyggnaden. Planläggningsprocessen för detaljplaner och järnvägsplan sker samordnat. Ansvar för förändring eller framtagande av nya detaljplaner ligger på Stockholms stad.

Totalt kommer ett antal gällande detaljplaner att beröras av ny järnvägsplan. I stället för att ändra dessa planer har Stockholm stad tagit fram delvis en tilläggsplan samt delvis nya detaljplaner i enlighet med planförslaget. Region Stockholm säkerställer att grundvattenbortledning och infiltration kommer att vara förenligt med dessa kommande planer. I planförslagets närområde har Stockholm Stad även ett antal pågående detaljplaner, se Figur 5 samt Tabell 1.

Söder om Hökarängens tunnelbanestation, längs den västra sidan av spåren, byggs två flerbostadshus i fyra respektive nio våningar på Sirapsvägen samt fem punkthus på fyra till sex våningar utmed Saltvägen, totalt cirka 200 bostäder. I Hökarängens centrum vid Sirapsvägen byggs 80 stycken ungdomsbostäder. I Figur 5 samt i Tabell 1 redovisas pågående planarbete i Hökarängen. Vid Lingvägens södra del planeras två punkthus på elva våningar och ca 80 bostäder utöver de tre flerbostadshus som stod färdiga 2018, därutöver pågår planarbete för cirka 130 bostäder i flerbostadshus. Vid Kontoristvägen planeras för 12 stycken bostadsrättsradhus. Vid Gubbängens IP kan den planerade träningshallen för skridsko- och bandysport samt Ellevios fördelningsstation medföra nödvändiga anpassningar av befintlig infrastruktur.

Det finns ett antal pågående eller planerade infrastrukturprojekt i närheten av befintlig Högdalsdepå. Stockholm Vatten och Avfall planerar att uppföra en anläggning för sortering, förbehandling och, på sikt, rötning av matavfall i anslutning till Högdalens kraftvärmeverk, norr om Högdalstopparna. Vid Kviksundsvägen förnyar elnätsägaren Ellevio Högdalens ställverk. För att förstärka elnätet i Stockholmsregionen bygger Svenska kraftnät en ny stamnätsstation i Högdalen kallad Snösätra.

I Figur 5 redovisas pågående detaljplaner och planerade infrastrukturprojekt.



Figur 5. Pågående detaljplanearbete samt planerade infrastrukturprojekt i projektets närområde. Källa: Stockholms stad.

Tabell 1. Pågående planarbete i stadsdelarna Gubbängen och Hökarängen, Farsta stadsdelsområde.

Projektnamn	Diariennr.	Beskrivning / planinnehåll	Planstatus
Del av kv Samsö m.m vid Farstavägen. Detaljplan för nya bostäder	2011–16053	Nya bostäder, 130 st. (Bostäder 130 st. varav 130 st. ospecifierade)	Planskede
Område vid Kontoristvägen, del av fastigheten Farsta 2:1	2013–01456	Projektet möjliggör 12 radhus längs Kontoristvägen (Bostäder 12 st varav 12 st bostadsrätter)	Överklagad
Fagersjö 4:1 m fl	2015–04164	Bostäder 3 st varav 3 st ospecifierat boende	Granskningsskede
Örby 4:1, transformatorstation i Snösätra	2015–17873	Uppföra en 400/220kV transformatorstation, ca 18 000 kvm, i närheten av Fortums befintliga ställverk i Högdalen.	Granskningsskede
Del av fastigheterna Tippen 4 och Örby 4:1	2015–19270	Planförslaget innebär att en sorterings-, matavfalls- och biokolsanläggning samt en	Planskede

utbyggnad av Högdalenverket (kraftvärmeverk) med en ny förbränningspanna kan möjliggöras.

Område vid kv. Skymningen, del av Farsta 2:1	2016–15369	Bostäder, stockholmshus (Bostäder 72-90 st. varav 72-90 st. hyresrätter)	Startskede
Del av Tippen 1, 2, 3, 4 m.m.	2018–12824	Detaljplanen omfattar yta där Svenska Kraftnäts luftburna högspänningsledning ska markförläggas. Området för detaljplanen ingick under samrådet i Tippen 4 mm (dp 2015–19270).	Antagen

3.3 Järnvägsplan

Arbete med järnvägsplan pågår parallellt med tillståndsansökan. Järnvägsplanen redovisar bland annat de tillfälliga markanspråk som behövs för att genomföra utbyggnaden av depån samt de permanenta markanspråk som krävs för att ha anläggningen i drift. Planeringsprocessen för projektet drivs genom framtagandet av järnvägsplanen för anslutningsspår mellan Gröna linjens Farstagren och befintlig Högdalsdepå. Planen beskriver bland annat motiv, förutsättningar, planförslag, alternativa utformningar, skyddsåtgärder och försiktighetsmått.

Planförslaget omfattar två spåranslutningar, förbifartsspår, uppställningshall under mark och arbets-/servicetunnel. Den ena spåranslutningen sker till Högdalsdepån och den andra spåranslutningen sker söder om station Hökarängen för att ansluta till Gröna linjens Farstagren. Den största delen av planområdet avser anläggning under mark.

En fastställd järnvägsplan innebär att Region Stockholm får möjlighet att ta i anspråk den mark som behövs för att bygga och driva anläggningen. Byggarbete för depån genomförs i huvudsak inom befintligt depåområde. Arbeten genomförs enligt gällande detaljplan och ingår inte i järnvägsplanen.

En övergripande tidplan finns för projektet. Förutom planprocessen för järnvägsplan finns även processer enligt plan- och bygglagen och miljöbalken, bland annat tillstånd till grundvattenbortledning och tilläggsplaner för befintliga detaljplaner. Därför är tidpunkten för byggstart beroende även av dessa processer. En preliminär tidplan är att järnvägsplanen och detaljplaner kan vinna laga kraft under hösten 2020, förutsatt att inga överklaganden sker. Byggstarten för anläggningen är planerad till 2020.

3.4 RUFs 2050

Den regionala utvecklingsplanen för Stockholmsregionen (RUFs 2050) är framtagen av Region Stockholm och ligger till grund för Stockholm stads strategiska planering, regionala strukturfondsprogram och infrastrukturplaner. Transportförsörjning och kollektivtrafik tas upp som viktiga faktorer för att uppnå Stockholmsregionens vision – att bli Europas mest attraktiva storstadsregion. I nuläget är det trängsel i högttrafik i de centrala delarna av tunnelbanan. För att förhindra att trängseln ökar i och med den kraftiga tillväxten av boende och arbetsplatser som planen förutsätter måste kollektivtrafiksystemet utvecklas och tillgängligheten öka. Samtidigt

förväntas en växande befolkning i kombination med dagens transportsystem leda till att resandet med bil ökar i snabbare takt än resandet med kollektivtrafik. En konstant (eller sjunkande) andel kollektivtrafik i kombination med en ökad befolkning kommer att resultera i ökade trängselpproblem, längre restider och ett som helhet dåligt fungerande transportsystem. Enligt RUF 2050 är området kring Högdalen och Hökarängen utpekat som strategiskt stadsutvecklingsläge, vilket innebär kollektivtrafiktillgängliga platser med stor utvecklingspotential. Tunnelbanan byggs i linje med RUFs intentioner.

3.5 Stockholms stads översiktsplan

Stockholms stad antog en ny översiktsplan 2018. I översiktsplanen framhålls behovet av att förstärka infrastrukturen för att säkerställa en fortsatt integration i Stockholm-Mälardalenregionen. Vidare anges att transportinfrastrukturen är ansträngd och behöver stärkas. Planen berör pågående och framtida stadsutveckling som bör kopplas till framtida förstärkningar av kollektivtrafiken. Högdalen nämns bland annat som en stadsmiljö som ska vidareutvecklas med effektiva kollektivtrafikkopplingar och nya arbetsplatser.

3.6 Miljökvalitetsnormer

Miljökvalitetsnormer (MKN) har fastställts av regeringen för att förebygga eller åtgärda miljöproblem. Det finns idag miljökvalitetsnormer för buller, luft och vattenkvalitet. I denna MKB kommer luft och vattenkvalitet att beaktas. Miljökvalitetsnormer för omgivningsbuller avser i första hand befintlig infrastruktur och hanteras genom särskilda åtgärdsprogram.

Miljökvalitetsnormer finns reglerade i miljöbalkens femte kapitel. Normerna är styrmedel för att på sikt uppnå miljömålen. De flesta av miljökvalitetsnormerna baseras på krav i olika direktiv inom EU. Enligt 6 kap. 35 § 6 punkten miljöbalken ska en miljökonsekvensbeskrivning beskriva hur det ska undvikas att verksamheten eller åtgärden medverkar till att en miljökvalitetsnorm enligt 5 kap. inte följs. Beskrivning av projektets påverkan på miljökvalitetsnormer för vattenkvalitet ges i bilaga B5.

3.6.1 Vattenkvalitet

År 2000 trädde det så kallade Vattendirektivet¹ - EU:s gemensamma regelverk – i kraft. Syftet med direktivet är att säkra en god vattenkvalitet i Europas yt- och grundvatten. Sjöar, vattendrag, kust- och grundvatten som är tillräckligt stora omfattas av vattendirektivet och kallas då formellt för *vattenförekomster*.

Sveriges vattenmyndigheter har fastställt MKN för landets samtliga vattenförekomster. Detta gäller för både yt- och grundvatten och dessa MKN är juridiskt bindande. Bestämmelser gällande MKN går att finna i 5 kap. miljöbalken med tillhörande förordningar. Målet är att alla Sveriges vattenförekomster ska ha uppnått minst god vattenstatus år 2021. Icke-försämringskrav gäller för alla vattenförekomster och innebär att mänskliga verksamheter inte får försämrastatusen i någon vattenförekomst. MKN omfattar *ekologisk* och *kemisk* ytvattenstatus samt *kemisk* och *kvantitativ* grundvattenstatus. Den ekologiska ytvattenstatusen bedöms i en femgradig skala: *hög*, *god*, *måttlig*, *otillfredsställande* och *dålig* medan den kemiska ytvattenstatusen har två klasser: *god*

¹ Europaparlamentets och rådets direktiv 2000/60/EG av den 23 oktober 2000 om upprättande av en ram för gemenskapens åtgärder på vattenpolitikens område.

eller *uppnår ej god*. Status av vattenförekomsten och recipienten Drevviken som berörs av verksamheten redovisas i kapitel 4.2.2.

Inom området för den sökta verksamheten finns det inte några utpekade grundvattenförekomster enligt Vattendirektivets definition och således har inte vattenmyndigheten beslutat om några MKN för grundvattenförekomster inom det aktuella området.

3.6.2 Luft

MKN för luft är gränsvärden för föroreningsnivåer som inte får överskridas. För närvarande finns MKN gällande utomhusluft för bland annat kvävedioxid, kväveoxid, partiklar (PM₁₀ och PM_{2,5}), bensen, kolmonoxid, svaveldioxid, ozon och bly. I urban miljö är framförallt kvävedioxid och partiklar relevanta att undersöka. Även bensen finns i trafikbelastade miljöer men beräkningar har visat att miljö kvalitetsnormen för bensen klaras i hela Stockholmsregionen. Det är framförallt dygnsmedelvärdena för MKN som är svåra att klara i urban miljö och i MKB:n är det därför detta värde som är styrande och beskrivs.

3.7 Ekosystemtjänster

I begreppet miljöeffekter ingår ekosystemtjänster. Ekosystemtjänster i sig är produkter och tjänster som bidrar till människans välbefinnande. Det finns olika sätt att beskriva ekosystemtjänster. I Figur 6 beskrivs ekosystemtjänster enligt indelningen försörjande, kulturella, reglerande och förebyggande tjänster.

I denna MKB hanteras ekosystemtjänster där det är relevant under respektive miljöaspekt i kapitel 7 och 10.

STÖDJANDE EKOSYSTEMTJÄNSTER

är grunden för fungerande ekosystem. Tjänsterna behövs för att andra ekosystemtjänster ska kunna produceras. Exempel på stödjande tjänster är habitat, biologisk mångfald, ekologiskt samspel och upprätthållande av markens bördighet.



REGLERANDE EKOSYSTEMTJÄNSTER

uppstår i naturliga processer och visar på naturens förmåga att reglera eller mildra oönskade effekter i vår miljö. Exempel är pollinering av grödor, klimatreglering och rening av luft och vatten.



KULTURELLA EKOSYSTEMTJÄNSTER

är immateriella tjänster som uppstår i mötet mellan människa och natur. Exempelvis är det hälsofrämjande att vistas i naturen då den både ger möjlighet till avkoppling och aktivitet. Andra exempel är estetiska värden, naturupplevelser och naturpedagogik.



FÖRSÖRJANDE EKOSYSTEMTJÄNSTER

är de produkter som ekosystemen producerar. Exempelvis mat, syre och bränsle. Produkter som vi är direkt beroende av för vår överlevnad.



Figur 6. Exempel på urbana ekosystemtjänster. Illustration: C/O City.

4 Beskrivning av området

Nedanstående områdesbeskrivning gäller i huvudsak utredningsområdet för grundvatten redovisat i Figur 2. Alla höjdangivelser anges i höjdsystemet RH2000.

4.1 Lokalisering

Planerad verksamhet innebär att den befintliga Högdalsdepån byggs ut. Utbyggnaden innebär nya anslutningsspår, uppställningshall, förbifartsspår och arbets-/servicetunnel byggs ut, i huvudsak under mark, mellan Högdalsdepån och Farstagrenen söder om Örbyleden i södra Stockholm. Förbifartsspåren är dubbelspår som går längs med uppställningshallen som kopplar ihop anslutningsspåren. Uppställningshallen och förbifartsspåren byggs västsydväst om Hauptvägen. Spåranslutning till Gröna linjens Farstagren kommer ske söder om Hökarängens tunnelbanestation. Anslutning till befintlig Högdalsdepå görs vid Kvicksundsvägen. Se lokaliseringen i figur 2 ovan.

4.2 Mark- och vattenförhållanden

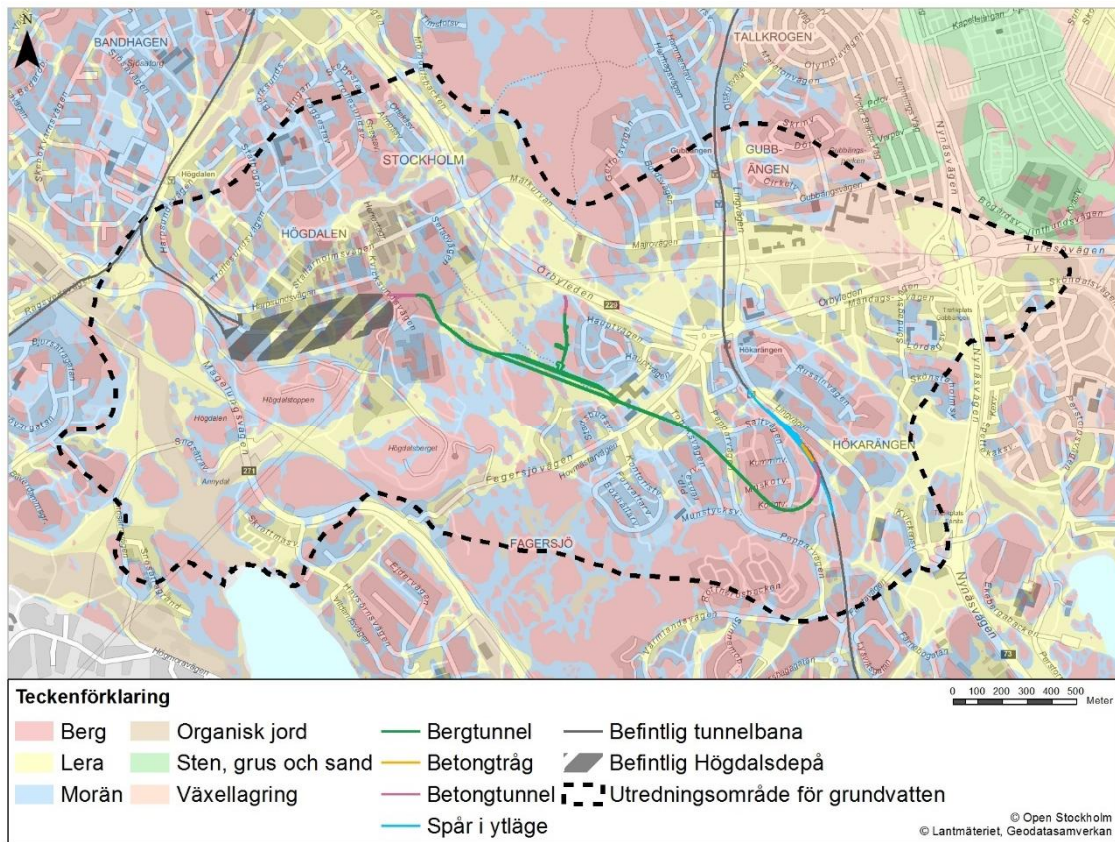
Beskrivning av mark- och vattenförhållanden inom utredningsområdet är en viktig del i arbetet med att bedöma influensområdets utbredning, se avsnitt 7.3. En mer detaljerad beskrivning av mark- och vattenförhållanden för aktuellt utredningsområde finns i PM Hydrogeologi, Bilaga C till ansökan.

4.2.1 Markförhållanden

Geologin inom utredningsområdet består främst av berg med ovanliggande friktionsjord, Figur 8. Ett större lerområde, Gubbängsfältet, breder ut sig i utredningsområdets nordöstra del. Lerområdet avgränsas i öster av Stockholmsåsens isälvsavlagring. Förutom Gubbängsfältet finns sammanhängande lerområden inom och strax norr om befintlig Högdalsdepå samt i Annydal i utredningsområdets sydvästra del. Den södra delen av utredningsområdet utgörs av högre belägna områden med berg i dagen som sträcker från Hökarängens bostadsområde i öst till Högdalens industriområde i väst.

Inom utredningsområdet finns en varierande topografi som domineras av Högdalstopparna strax söder om befintlig Högdalsdepå. Högdalstopparna är tre toppar som utgörs av gamla deponier placerade i ett område med höga berglägen som når nivåer på cirka +100. Resten av utredningsområdet varierar mellan cirka +30 i lersänkorna till mellan +50 och +70 i områden med berg i dagen.

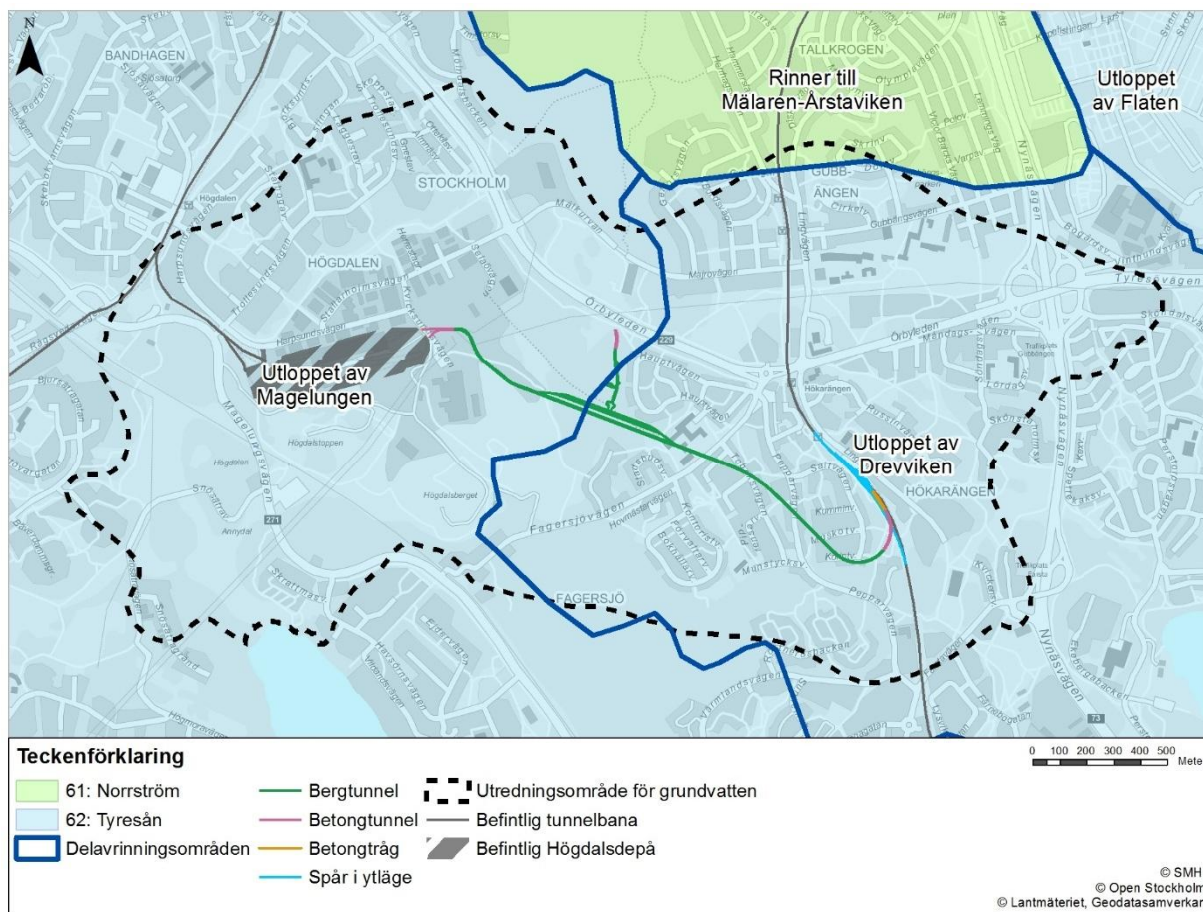
Jorddjupet är i stora delar av utredningsområdet tunt och varierar mellan 0 och 2 meter. Större jorddjup finns i lerområdena och vid Högdalstopparna. Lerområdena underlagras av friktionsjord på berg med varierande mäktighet om 1 – 10 meter. I Gubbängsfältets östra delar finns lermäktigheter på upp mot 8 meter enligt utförda sonderingar. Närmare planerad spårtunnel är lerans mäktighet cirka 2 meter. Västra Gubbängsfältet har något mindre jorddjup med lermäktigheter mellan 1 och 7 meter enligt utförda sonderingar. I området runt befintlig Högdalsdepå är lermäktigheten mellan 2 och 4 meter och utgörs främst av torrskorpelera. Jorddjupet vid Högdalstopparna varierar mellan 1 och 8 meter och utgörs av fyllnadsjord. Lingvägen norra och södra är två mindre isolerade lersvackor som passeras av tunnelsträckningen. Vid Lingvägen norra uppgår jorddjupet till cirka 2 meter medan det vid Lingvägen södra uppgår till cirka 7 meter.



Figur 7. Jordarter inom utredningsområdet.

4.2.2 Ytvatten

Utredningsområdet är beläget inom Tyresås huvudavrinningsområde. Den västra delen av utredningsområdet ligger inom det delavrinningsområde där avrinning sker ut mot Drevviken och den östra delen av utredningsområdet avrinner mot Magelungen, se Figur 8. Drevviken kommer att vara recipient för dränvatten från anläggningen under drifttid.



Figur 8. Delavrinningsområden. Den västra delen ligger inom det avrinningsområde där utlopp sker i Magelungen och den östra delen där utlopp sker i Drevviken.

4.2.2.1 Magelungen

Magelungens yta är cirka 230 hektar. Sjöns medeldjup är cirka 5 meter och maxdjupet cirka 14 meter. Magelungens omsättningstid uppges till 7 månader (Tyresåns vattenvårdsförbund, 2001).

Magelungen är en vattenförekomst enligt EU:s vattendirektiv med ID nummer SE657041-163174 (VISS). Den ekologiska statusen klassas som otillfredsställande, bland annat på grund av påverkan från näringsämnen. Den kemiska statusen för Magelungen uppges till god bortsett från kvicksilver och bromerade flamskyddsmedel (PBDE) (VISS, 2017). I stort sett alla svenska vattenförekomster har högre halter av kvicksilver och PBDE än de gränsvärden som tillämpas och därför är de undantagna statusbedömning på nationell nivå.

4.2.2.2 Drevviken

Drevvikens yta är cirka 560 hektar. Sjöns medeldjup är cirka 7 meter och maxdjupet cirka 15 meter. Omsättningstiden är 10-11 månader (Tyresåns vattenvårdsförbund, 2001).

Drevviken är en vattenförekomst enligt EU:s vattendirektiv med ID nummer SE656793-163709 (VISS). Den ekologiska statusen i sjön är otillfredsställande som ett resultat av övergödning, då den biologiska kvalitetsfaktorn växtplankton klassats till otillfredsställande status.

Statusklassningen stöds också av den underliggande kvalitetsfaktorn näringsämnen.

Övergödningen är även en trolig orsak till att gränsvärdet för ammoniak tillfälligt överskridits i vattnet, vilket kan leda till toxiska effekter för biologiskt liv. De största påverkanskällorna med betydelse för övergödning på Drevviken är urban markanvändning, jordbruksmark och enskilda avlopp. Det finns ett stort antal enskilda avlopp i både Haninge och Huddinge som leder till sjön medan utsläpp av dagvatten till sjön är koncentrerade till ett fåtal större ledningar. Enligt gällande

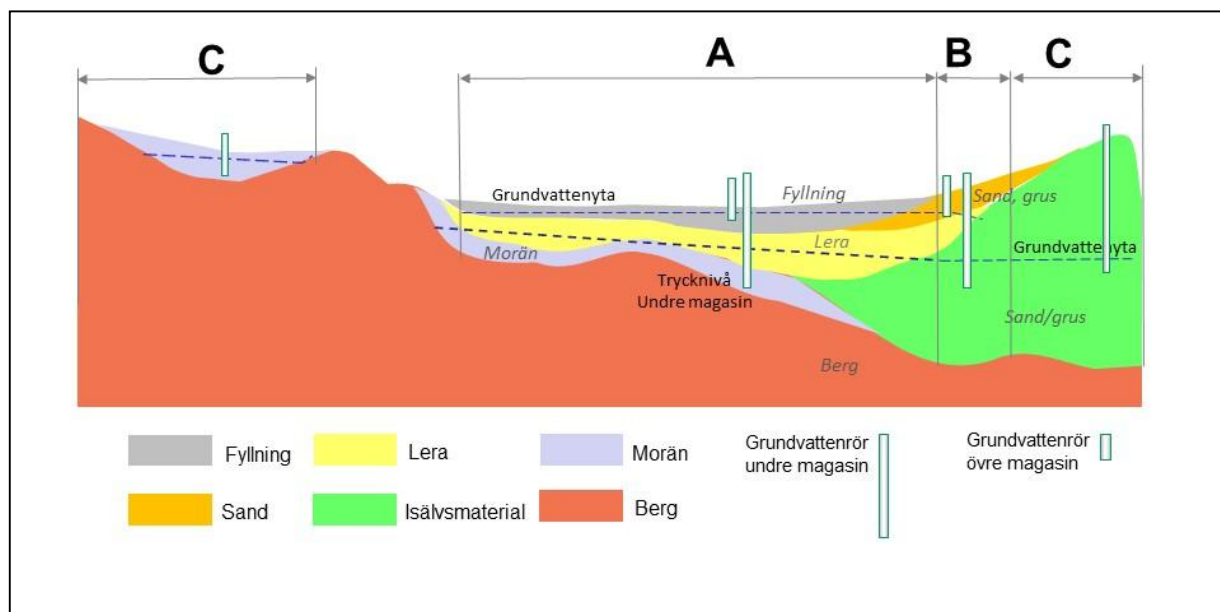
kvalitetskrav ska Drevviken ha uppnått god ekologisk status till 2021, men på grund av orimliga kostnader bedöms detta inte vara möjligt. Drevviken har därför fått en tidsfrist till 2027. Dock behöver fortfarande en stor del av de planerade åtgärderna genomföras före 2021 för att uppnå detta.

Den kemiska statusen i Drevviken klassas enligt VISS som ”uppnår ej god kemisk ytvattenstatus”. I dagsläget uppnås inte god status med avseende på tributyltenn föreningar, kvicksilver samt bromerad difenyleter. Ett undantag i form av tidsfrist till 2027 har gjorts för tribulytenn föreningar, eftersom åtgärdsarbetet och naturlig återhämtning bedöms ta lång tid. Drevviken har också förhöjda halter av PFOS, med förorenade områden och deponier inom avrinningsområdet som troliga betydande påverkanskällor. Hexabromcyklododekaner (HBCDD), som kommer från bromerade flamskyddsmedel, uppnår god kemisk status. Övriga prioriterade ämnen saknas det data över. Målet för Drevviken är att sjön ska uppnå god kemisk ytvattenstatus.

Drevviken är en näringsrik sjö och blomning av blågröna alger uppträder främst under sensommaren (Stockholms Stad, Miljöbarometern). Mängden planktonalger har minskat och siktdjupet ökat under de senaste 20 åren då både fosfor- och kvävehalterna har reducerats med cirka 50 % som ett resultat av omfördelning av avloppsvatten. Sjön är dock fortfarande näringsrik och enligt Miljöbarometern för Stockholms stad visar halter av totalfosfor och totalkväve i sjön på höga halter med begränsat siktdjup. I slutet av somrarna är bottenvattnet syrefritt med svavelväte och höga fosforhalter på det största djupet i sjön.

4.2.3 Grundvatten

Större sammanhängande förekomster av grundvatten förekommer både i berg och i jord. I berg förekommer grundvatten i huvudsak i sprickor i berggrunden. I jord förekommer grundvatten dels som undre magasin i friktionsjord under lera, men även som öppna magasin i exempelvis isälvs-material direkt på berg eller i övre magasin i fyllnadsjord på lera.



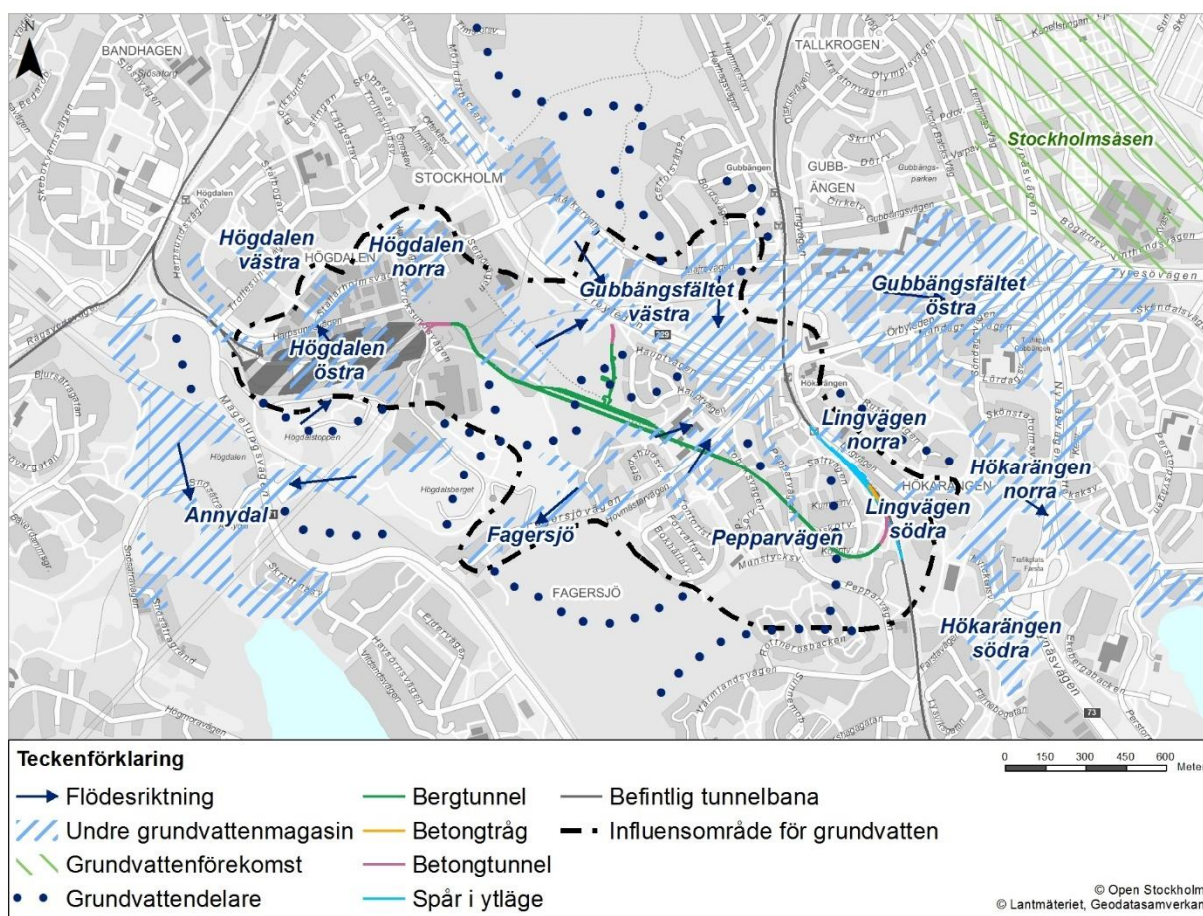
Figur 9. Schematisk figur av olika typer av grundvattenmagasin.

I Figur 9 visas en schematisk bild av olika typer av grundvattenmagasin. Inom område A finns ett övre öppet magasin i friktionsjord (fyllning) och ett undre slutet magasin i friktionsjord (isälvs-material på morän eller enbart morän) under lera. Trycknivån i det undre magasinet ligger lägre än grundvattenytan i det övre magasinet. Inom område B finns ett övre öppet magasin i friktionsjord (sand) och ett undre öppet magasin i friktionsjord (isälvs-material på morän).

Grundvattenytan i det undre magasinet ligger lägre än grundvattenytan i det övre magasinet. Inom område C finns ett öppet magasin i isälvsmaterial alternativt i friktionsjord.

En trycksänkning i ett slutet grundvattenmagasin under sättningsbenägen lera kan leda till marksättningar. Dessa magasin betecknas därför som känsliga och karteras specifikt.

Övre grundvattenmagasin finns ställvis inom hela utredningsområdet; dessa magasin betraktas inte som känsliga med avseende på sättningsrisker. Grundvattennivåerna i dessa magasin styrs till stor del av dränerande stråk i den urbana miljön, hårdgörningsgrad av mark samt förekomst av så kallat lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD-anläggningar). Många av dessa magasin är inte varaktiga under året utan är periodvis torra. Normalt har grundvattenytans läge i dessa magasin ingen koppling till risk för sättningar och liten koppling till växttillgängligt vatten. Inom vissa områden med ytligt liggande grundvattenyta kan en koppling till växttillgängligt vatten finnas. Detta är dock ovanligt i den urbana miljön. Övre magasin pekas därför inte ut specifikt i grundvattenkarteringen med undantaget för Stockholmsåsen.



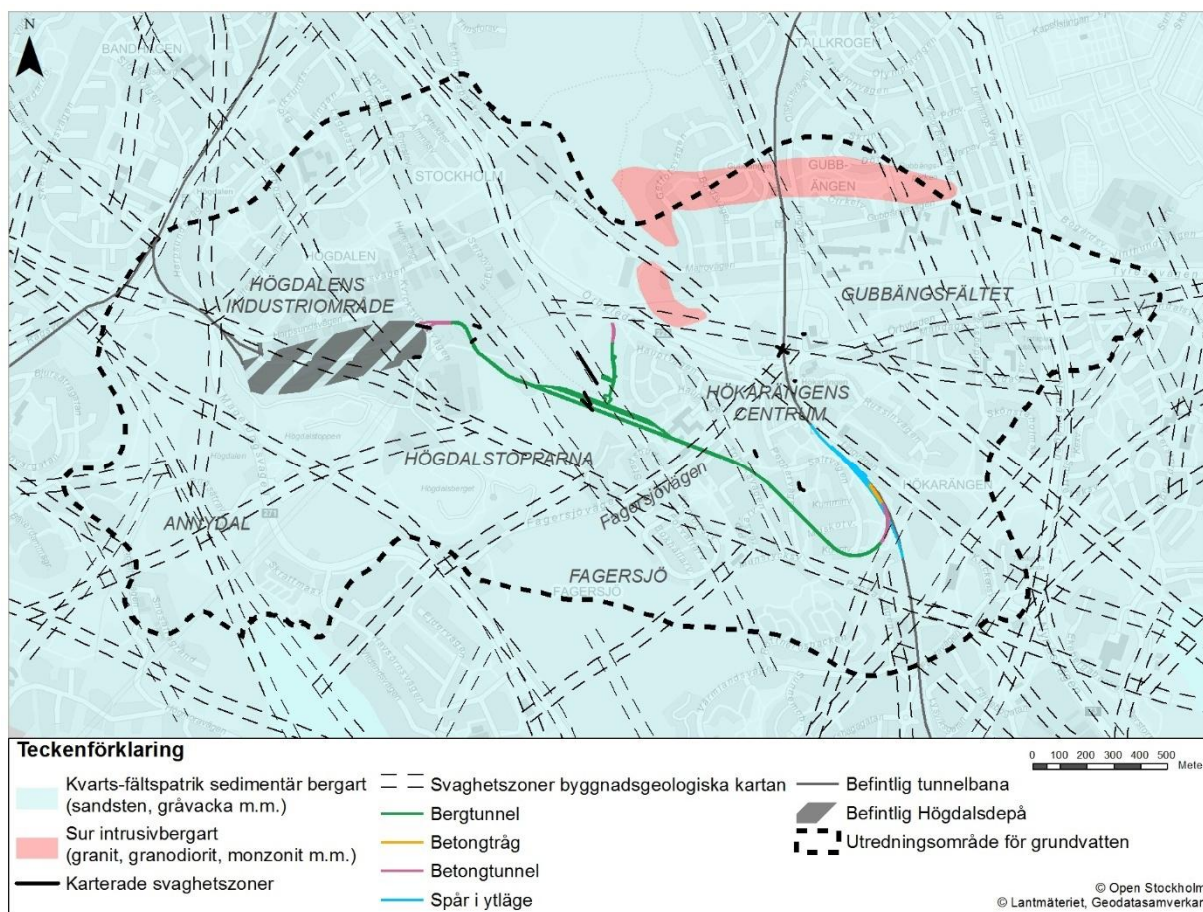
Figur 10. Områdesindelning och undre grundvattenmagasin i jord, tolkade vattendelare och flödesriktningar inom utredningsområdet.

I Figur 10 visas utbredningen av undre grundvattenmagasin inom utredningsområdet. Observationsrör har installerats för att mäta grundvattennivåer i samtliga magasin. Grundvattennivåer samt utförligare beskrivning av grundvattenmagasinen redovisas i PM Hydrogeologi, Bilaga C till ansökan.

4.2.4 Berg- och geoteknik

Berggrunden inom utredningsområdet utgörs av kristallin berggrund. Ådergnejs är den dominerande bergarten längs tunnelsträckningen.

Längs med hela sträckningen förekommer stråk med svaghetszoner, se Figur 11. Dessa svaghetszoner är till största delen orienterade i nordvästlig-sydöstlig riktning. Exempelvis har ett fåtal svaghetszoner identifierats tvärs längs anslutningen till Farstagrenen. I anslutning till uppställningshallen har även flera parallella zoner identifierats. Vattenförande struktur kan förväntas i utpekade svaghetszoner.



Figur 11. Översikt av tolkade svaghetszoner och bergarter inom utredningsområdet.

Leran i flera delar av det undersökta området är överkonsoliderad, exempelvis vid östra Gubbängsfältet, nordvästra samt södra delar av västra Gubbängsfältet och Fagersjö. Inga marksättningar pågår i dessa områden.

Graden av sättningsbenägenhet har även identifierats i området. Sättningsbenägna områden definieras som områden där det sannolikt förekommer minst en meter lös lera. Generellt ökar sättningsbenägenheten mot de centrala delarna av lerfyllda svackor där lermäktigheterna är större än vid randzonerna vilket ökar storleken på en eventuell sättning.

Gubbängsfältet bedöms generellt inte vara sättningsbenäget. Dock är leran i områdets centrala och nordvästra del mer sättningsbenägen än övriga delar av lerområdet. Leran i Fagersjö bedöms inte heller vara sättningsbenägen.

Östra Högdalen bedöms inte vara sättningsbenäget vid grundvattensänkning. Även vid norra Högdalen, där jorden består av fyllning för vägar och andra hårdgjorda ytor, bedöms risken för skadliga marksättningar som liten.

Vid lerområdena Pepparvägen och Lingvägen södra och norra pågår undersökningar. De beräknas vara klara hösten 2019.

4.3 Föroreningar

4.3.1 Förorenade områden

Inom influensområdet för grundvatten finns ett sextiototal områden som har identifierats som potentiellt förorenade enligt MIFO, Metodik för Inventering av Förorenade Områden (Naturvårdsverket, 2002).

Utredningsområdet inrymmer bland annat ett gammalt deponiområde (Högdalstopparna) och en förbränningsanläggning. Utifrån undersökningar gjorda under 2016 bedöms deponiområdet innehålla blandat heterogent avfall med föroreningar av varierat ursprung. Det finns i dagsläget inga historiska uppgifter om vilken typ av avfall som lagts i deponiområdet. Ett fåtal undersökningar finns sedan tidigare i anslutning till deponiområdet, men inte i det område som berörs av spårdragningen. Undersökningarna har inte heller kunnat svara exakt på vilka föroreningar som förekommer. Deponiområdet kan innebära en spridningsrisk av föroreningar i både marklager och grundvatten.

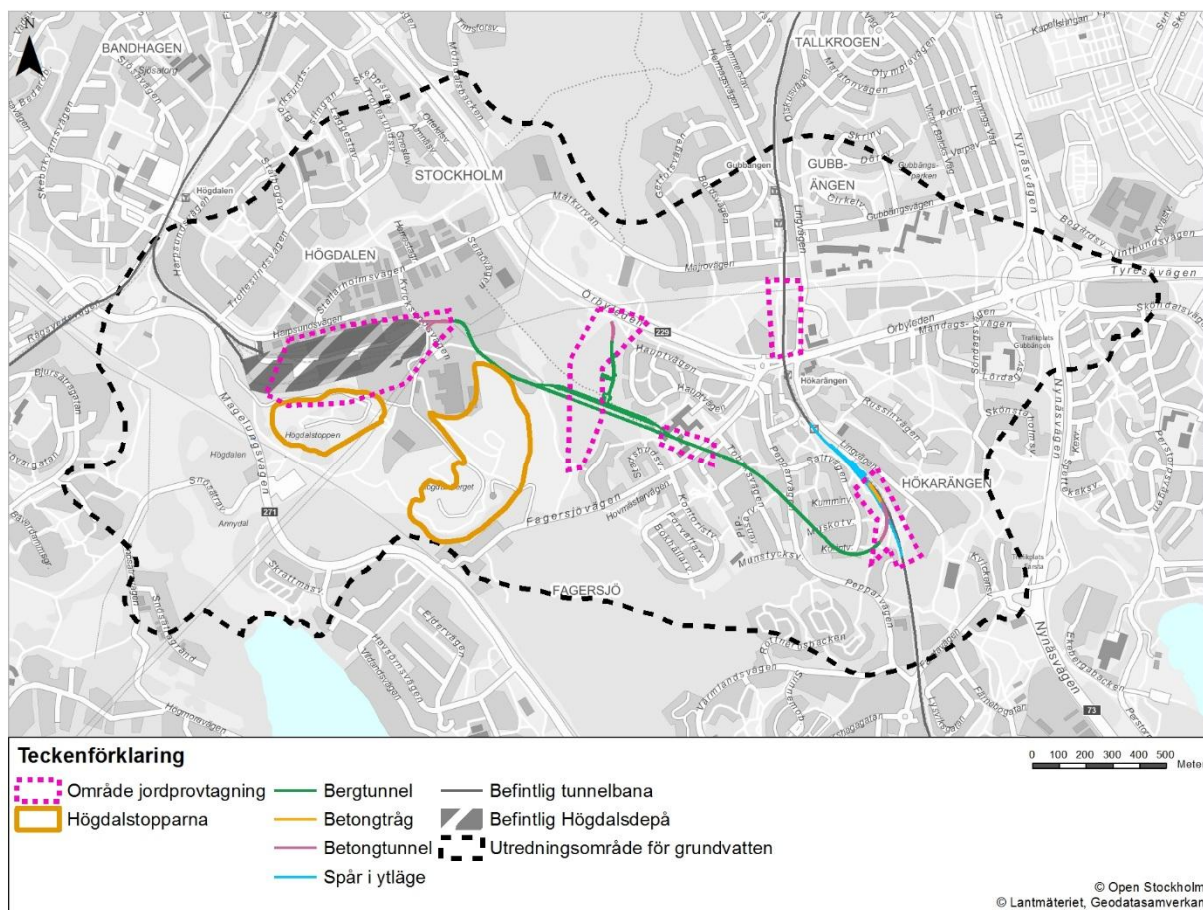
I den östra delen av utredningsområdet finns flera kemtvättar, grafisk industri, verkstadsindustri och en brandövningsplats. Inom det befintliga depåområdet har det funnits en drivmedelsanläggning. Enligt uppgifter från MIFO-databasen användes området tidigare som skrotupplag för SL:s utrangerade bussar. En före detta anläggning för farligt avfall har identifierats i områdets södra del, strax norr om Magelungsvägen.

De identifierade MIFO-objekten bedöms kunna beröras av projektet då de är objekt som ligger inom områden som ska schaktas eller som kan ge upphov till spridning av föroreningar genom grundvatten vid tunnelarbeten.

Inom utredningsområdet har miljöprovtagningar i jord, grund- och ytvatten genomförts. Samtliga provtagningar har genomförts i syfte att utreda omfattningen av föroreningar samt risken för spridningar inom utredningsområdet.

4.3.2 Föroreningar i jord

Provtagning av jord har skett inom området för spår, tunnelsträckning, etableringsytor, samt inom befintlig Högdalsdepå, se Figur 13. Provtagning har utförts genom skruvprovtagning med hjälp av borrhandsvagn samt med sondkäpp/provspade i ytliga provpunkter. Totalt har 84 skruvborrpunkter med efterföljande analyser genomförts för bedömning av markmiljö.



Figur 12. Områden där jordprovtagning utförts.

Genomförda markundersökningar har påvisat föroreningar i form av metaller, oljekolväten samt PAH överskridande Naturvårdsverkets generella riktvärde för känslig markanvändning (KM). I en provpunkt nära planerat schakt för anslutning till Farstagrenen har summahalten cancerogena PAH överskridande farligt avfall (FA) påträffats.

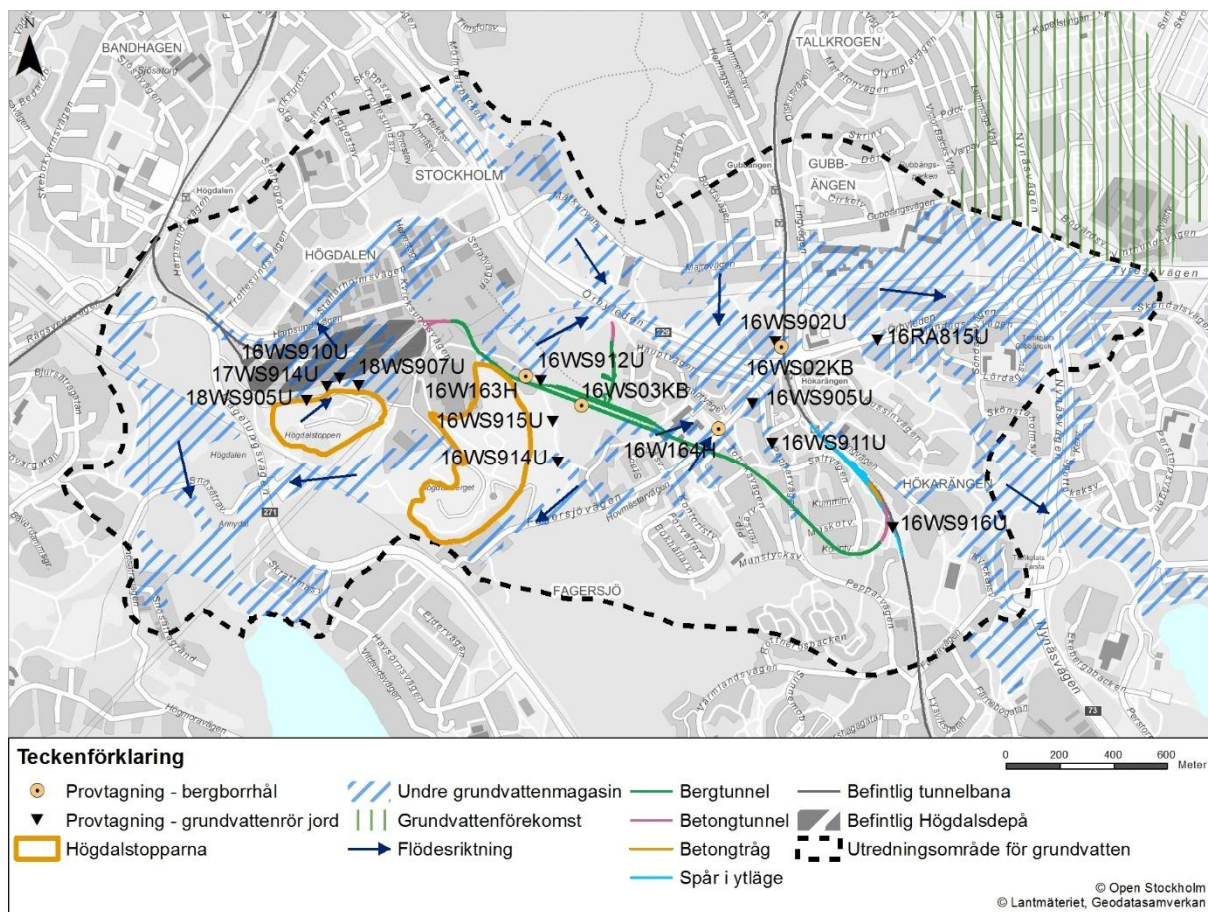
PCB har påträffats i 11 provpunkter varav 9 överskrider det genrellt riktvärdet för KM. I två punkter överskrider riktvärdet för mindre känslig markanvändning, MKM.

Ett prov har analyserats emd avseende på bekämpningsmedel inom befintlig Högdalsdepå. Glyfosat, ett ämne som används för ogräsbekämpning, påträffades i låga halter.

Utifrån markundersökningar sammanfattas uppmätta ämneshalter i jord som förhållandevis låga. Provtagningen visar en indikation av föroreningshalten inom ett förhållandevis stort utbredningsområde. Det går inte att utesluta att högre halter av föroreningar finns i jord inom utredningsområdet, med tanke på tidigare verksamheter som förekommit på platsen.

4.3.3 Föroreningar i vatten

Grundvattenprovtagning samt kontroll av förorenings-spridning har skett genom installation av ett antal grundvattenrör i jord, samt i hammar- och kärnborrhål i berg. Provtagning av grundvatten har skett i två omgångar under 2016 för att få en tydlig bild över föroreningssituationen vad gäller uppmätta halter, samt grundvattenförhållandena i mark. En karta över punkter där provtagning av grundvatten utförts återfinns i Figur 13. Även provtagning för ytvatten genomfördes vid två tidpunkter under 2016.



Figur 13. Provtagning av grundvatten.

Påvisade föroreningshalter i grundvatten är i stor grad koncentrerade söder om den planerade uppställningshallen i anslutning till Högdalstoppen. Uppmätta halter i grundvatten i jord vid Högdalstopparnas fot påvisar en generellt förhöjd halt av främst PAH, samt vissa metaller och ammoniumkväve. Halterna minskar betydligt med ökat avstånd från deponiområdet. Analyser av PAH i grundvatten i berg nedströms Högdalstopparna visar på halter under rapporteringsgräns. Vid Hökarängens centrum fanns förhöjda halter av zink och nickel i berggrundvattnet vilket troligen härrör från ovanliggande fyllning då dessa metaller är vanligt förekommande i sådana massor.

Vad gäller ytvatten visade uppmätta halter från ytvattenanalyserna från vårmarken Gökdalen, område 6 i Figur 15, inga halter över laboratoriets rapporteringsgränser för organiska föroreningar (BTEX, alifater, aromater, PAH och klorerade ämnen). Detta med undantag av PAH-kongenerna benso(a)antracen och krysen, för vilka det inte finns några MKN. Halterna för dessa bedöms dock vara låga i förhållande till normer för andra motsvarande PAH.

Metallhalterna ligger under tillämpade gräns- och riktvärden för ytvatten. De tillämpade gräns- och riktvärden är de kanadensiska vattenkvalitetskriterierna för ytvatten, CCME, beskrivna i Naturvårdsverkets rapport 4918, samt tillgängliga miljökvalitetsnormer (MKN) för inlandsytvatten, Havs- och vattenmyndighetens författningssamling 2015:4.

I Gökdalens vatten fanns förhöjda halter av fosfor och kväve.

4.4 Bebyggelse och markanvändning

Inom utredningsområdet för grundvatten finns både industrimark och bostadsmark.

Gubbängen och Hökarängen räknas som de första tunnelbanestäderna i Stockholm. Bebyggelsen är inpassad i den kuperade terrängen med sparad naturmark kring och emellan husen. Från mitten av 1940-talet och ett par decennier framåt byggdes flerfamiljshus i Gubbängen som kompletterade småhus- och radhusbebyggelsen. Öster om Nynäsvägen ligger ett mindre verksamhetsområde samt Mosaiska församlingens begravningsplats och gården Lilla Sköndal. Bebyggelsen i Hökarängen domineras av bostadsområden byggda under fyrtio- och femtiotalen. Merparten av bebyggelsen består av tre till fyra våningar höga lamellhus kombinerat med enstaka punkthus. I Skönstaholm finns radhus. Bebyggelsen har sedan utökats dels på 1960-talet, dels genom nutida förtätningar.

Det finns ett flertal aktörer och verksamheter i stadsdelarna. Till dessa hör bland annat Gubbängens och Hökarängens centrum med service och kommunikationer, arbetsplatser, föreningsverksamheter, affärer, bibliotek och andra sociala träffpunkter. Andra aktörer och verksamheter i området inkluderar förskolor, grundskolor och fritidsverksamheter.

Det finns en rad viktiga gångstråk och samband i området. Exempelvis går en del barn som bor i Hökarängen i skola i Gubbängen och dessa behöver korsa Örbyleden på sin skolväg. Elever vid Gubbängsskolan rör sig regelbundet västerut till Gubbängens idrottsplats. Förskolor på östra sidan om Farstagrenen rör sig också ofta till den västra sidan eftersom det där finns ett bättre utbud av parker, lekplatser och skogsområden.

4.4.1 Omgivningsbuller

I detta avsnitt beskrivs befintligt buller i form av omgivningsbuller från väg- och spårtrafik. Andra bullerkällor, exempelvis flygtrafik eller Högdalens industrier, ingår inte.

I projektets närområde finns ett antal bostäder som i dagsläget berörs av framför allt trafikbuller. Det buller som beskrivs avser luftburet buller från tunnelbanetrafiken på Farstagrenen, mellan Vaniljvägen och station Hökarängen. Vidare beskrivs bullerbidraget från biltrafiken på vägar och gator inom samma område, samt bullerbidraget från trafiken på Örbyleden för bostäder längs Hauptvägen. Buller vid den befintliga Högdalsdepån beskrivs också.

En utredning av Region Stockholm, PM Buller och stomljud, driftskede, visar att maximala ljudnivåer från spårrörelser överskrider både i nuläge och för utbyggd anläggning. För framtida prognos beräknas högre ekvivalenta ljudnivåer i enlighet med vad som kan förväntas vid en fördubbling av antalet tågrörelser. Däremot påverkas ej maximala ljudnivåer annat än att antalet överskridanden sannolikt fördubblas. Trafikförvaltningen driver ett arbete med att implementera smörjningsåtgärder av växlar vid depåområden. Resultaten avseende ljudnivåminskning, från främst hjulskrik, innebär att Naturvårdsverkets riktvärden klaras med god marginal. Inga skolor, förskolor eller vård- och omsorgsboenden i närområdet bedöms utsättas för luftburet buller över Naturvårdsverkets riktvärden från Farstagrenen.

4.5 Riksintressen och skyddade områden

Örbyleden är utpekad som riksintresse för kommunikation. Väg 229, som Örbyleden är en del av, mellan Stureby och trafikplats Gubbängen är en viktig tvärled i södra länshalvan och är viktig för arbetspendling. Trafikverket är väghållare för väg 229.

Stockholms stad har inrättat ett naturreservat för Rågsveds friområde sydväst om depån.

Det finns i området lokala värden för kulturmiljö. Vad gäller skyddade områden är det endast Söderledskyrkan som är skyddad enligt kulturmiljölagen.

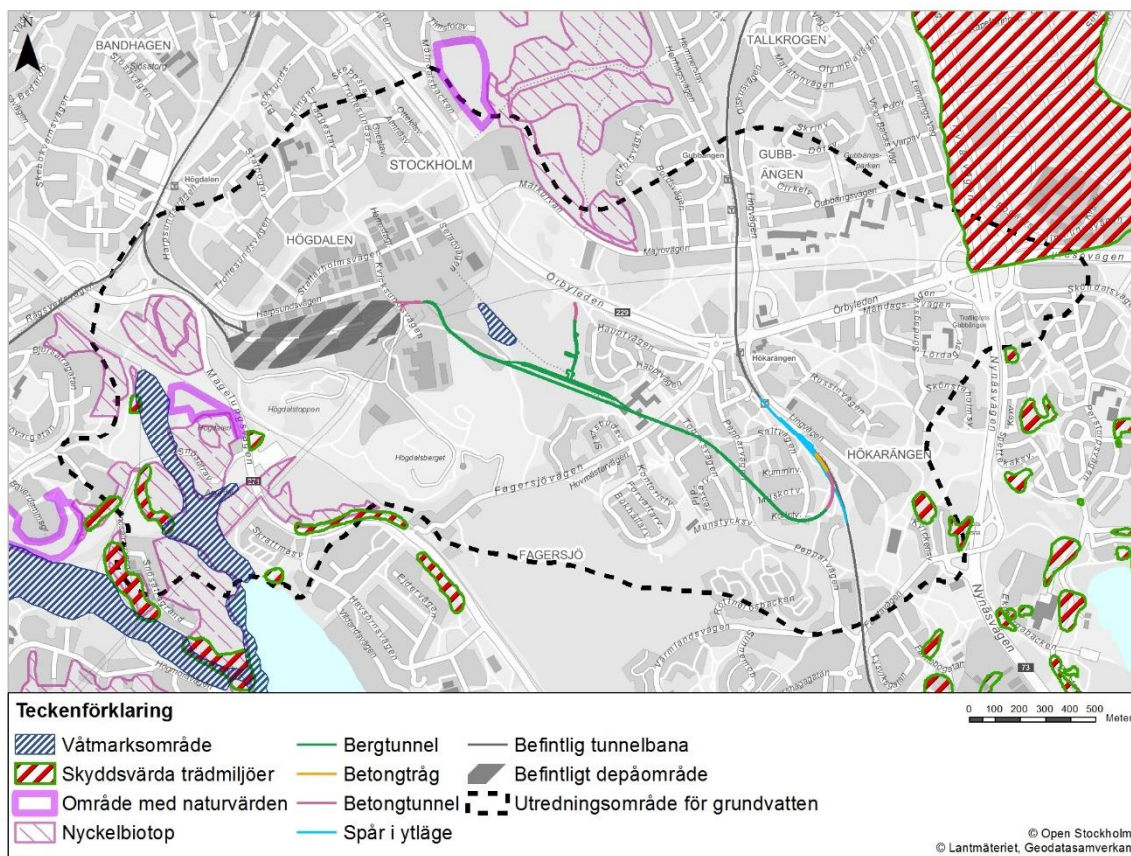
4.6 Naturmiljö och friluftsområden

Området där den nya depån planeras ingår i Hanvedenkilen, som är en av Stockholms läns gröna kilar. Definition av de gröna kilarna är enligt RUF 2050 (Regional Utvecklingsplan för Stockholmsregionen) tätortsnära regional grönstruktur som är nära integrerad med bebyggelse och infrastruktur. De gröna kilarna består av kilområden och gröna värdekärnor. De inre delarna av kilarna, kilområdena, gränsar mot bebyggelsen och ansluter till den lokala grönstrukturen. Kilarnas yttre gränser följer ofta gränser för riksintressen för naturvård, kulturmiljö eller friluftsliv och de värden som dessa anger. Värdekärnor är områden som innehåller flera av de ovan nämnda värdena. Kilarna är viktiga för människors välbefinnande och den biologiska mångfalden, de kan även innehålla stora kulturhistoriska värden.

Stockholms stad har kompletterat de regionala gröna kilarna med att ange grön infrastruktur av natur- och parkområden som har betydelse för biologisk mångfald och ekosystemtjänster i ett lokalt perspektiv, så kallade habitatnätverk. Berört naturområde, Hanvedenkilen, är utpekad som viktig grönstruktur för både barrskogsarter och våtmarksarter, som till exempel groddjur. Inom utredningsområdet finns också identifierade habitatnätverk för eklevande insekter. Det naturområde som berörs av depåutbyggnaden är delvis ett kärnområde och utpekad som ett Ekologiskt Särskilt Betydelsefullt Område (ESBO). Begreppet kärnområde används för ett område vars kvaliteter gör det särskilt värdefullt för växt- och djurlivet se vidare PM Naturmiljö (Stockholms läns landsting 2019).

Inom utredningsområdet finns identifierade kärnområden, livsmiljöer samt spridningslänkar mellan dessa, vilka utgör en kvalitativ grön infrastruktur. Skogsområdet söder om depån pekas ut som ekologiskt viktig livsmiljö, där spridningskorridoren till Rågsveds naturreservat är i behov av förstärkning. Norr om Högdalsberget (i området för planerad arbets- och servicetunnel) finns ett kärnområde med en försvagad spridningskorridor norrut samt en funktionell spridningskorridor söderut till Fagersjöskogen. I området vid anslutningen till Farstagrenen i samband med naturvärdesinventeringarna i området identifierades en försvagad spridningskorridor mellan Fagerstaskogen och Skönstaholm, .

Det finns inga regionalt utpekade särskilt skyddsvärda naturmiljöer i anslutning till anläggningens planerade sträckning. Söder om befintligt depåområde har nyligen Rågsveds naturreservat bildats. Där finns några utpekade nyckelbiotoper samt områden med skyddsvärda trädmiljöer, se Figur 13. Nyckelbiotoper finns även i norra delen av utredningsområdet.

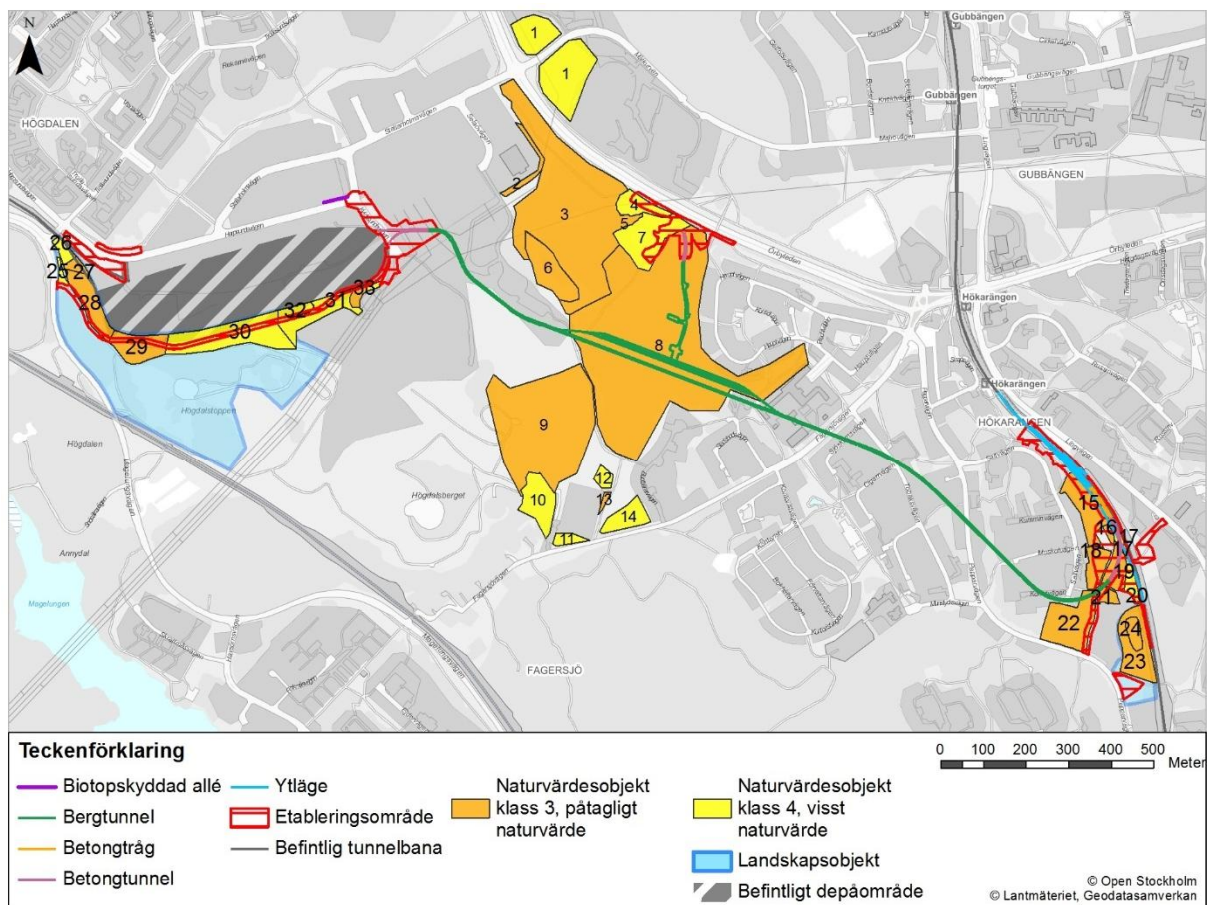


Figur 14. Utpekade särskilt skyddsvärda naturmiljöer (naturreservat, nyckelbiotoper, områden med naturvärden) i Skogsstyrelsens inventering, våtmarksområden samt skyddsvärda trädmiljöer) i utbredningsområdet. Särskilt skyddsvärda naturmiljöer finns framförallt i den sydvästra delen av utredningsområdet.

Flera naturvärdesinventeringar har genomförts i utredningsområdet mellan år 2015–2019. Under inventeringarna har 19 naturvårdsobjekt klassats till påtagligt naturvärde och 14 till visst naturvärde (se Figur 15). Utöver dessa avgränsades tre landskapsobjekt (se Figur 15). Landskapsobjekt är geografiska områden där landskapets betydelse för biologisk mångfald uppenbart är större eller av annan karaktär än de ingående naturvärdesobjektens betydelse.

Flera våtmarker finns i området. Gökdalens våtmark, mellan Örbyleden och Kvicksundsvägen, se figur 15, har under 2015, 2016 och 2017 inventerats med avseende på groddjur och har visats vara en god leklokal för mindre vattensalamander. Enstaka individer av vanlig groda och vanlig padda observerades också. Våtmarken med närliggande skogsområden har identifierats som ett viktigt spridningsstråk för groddjur. Mindre våtmarksområden har även identifierats ovanför uppställningshallen och vid anslutningen till Farstagrenen.

Ett antal skyddsvärda träd har identifierats i området, såsom exempelvis ek, tall, sälg, björk och asp.



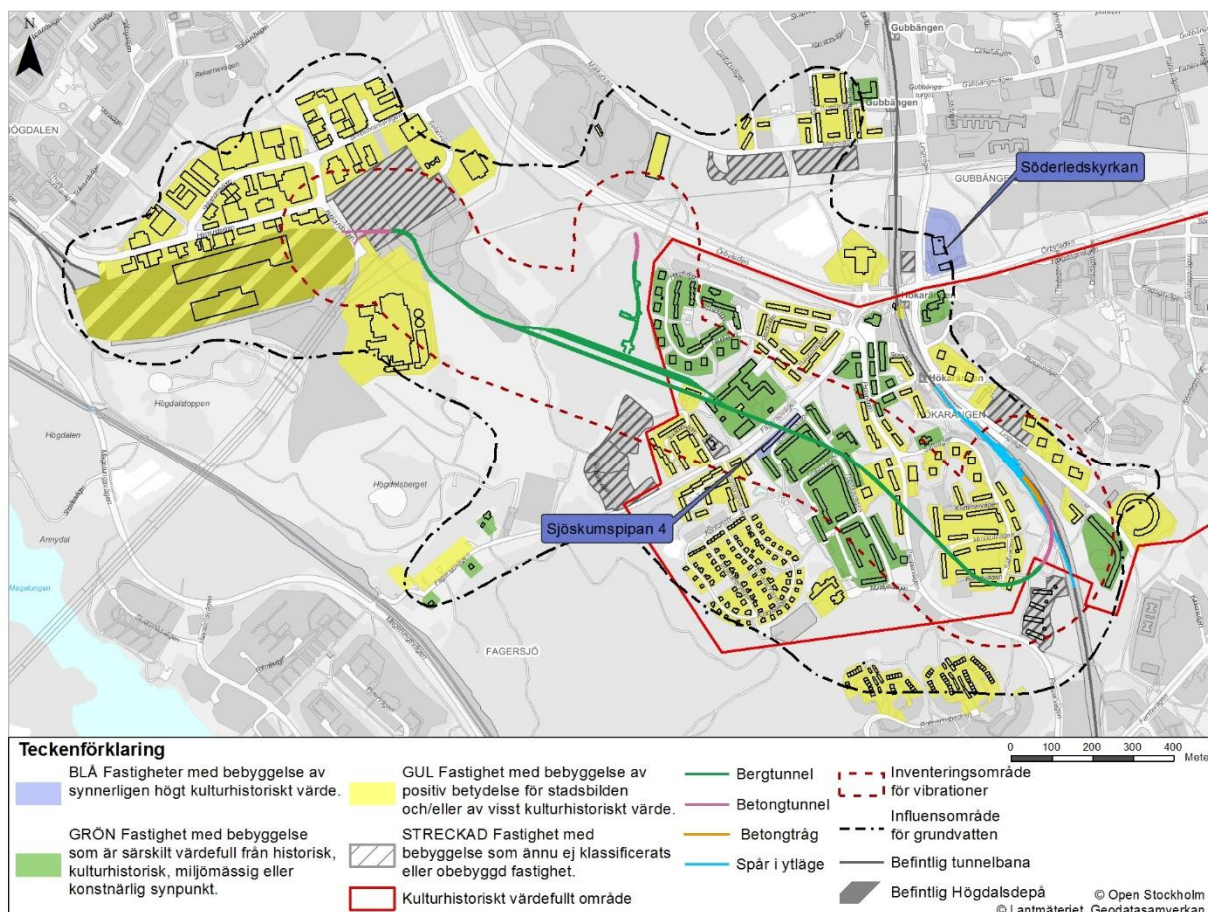
Figur 15. Naturvärdesobjekt och landskapsobjekt identifierade i inventerade områden under perioden 2015–2019. Siffrorna motsvarar inventeringens områdesindelning.

4.7 Kulturmiljö

Den geografiska avgränsningen för kulturmiljö och landskapsbild, för beskrivning av förutsättningar och bedömning av påverkan, utgörs av influensområdet för grundvatten och inventeringsområdet för vibrationer (150 meter i plan där sprängning kommer att utföras).

Det finns inga riksintressen för kulturmiljövård eller byggnadsminnen inom influensområdet för grundvatten. Däremot finns det ett trettio-tal fastigheter som bedöms ha särskilda kulturhistoriska värden enligt Stockholms stadsmuseums klassificering (grön eller blå klassning), se Figur 16.

Två av byggnaderna är blåklassade (se Figur 16), vilket innebär att fastigheten/bebyggelsen är av synnerligen högt kulturhistoriskt värde. Den ena blåklassade byggnaden utgörs av kvarteret Sjöskumspipan 4 på Fagersjövägen. Den andra blåklassade byggnaden är Söderledskyrkan belägen norr om Örbyleden och öster om Farstagrenen. Kyrkan är även skyddad som ett kyrkligt kulturminne enligt 4 kap. kulturmiljölagen. I Hökarängen finns en bebyggelsemiljö som i sin helhet utpekats som särskilt kulturhistoriskt värdefull enligt Stockholms stadsmuseums klassificering. Denna miljö inkluderar Hökarängens centrum med stadsbild, se Figur 16.



Figur 16. Kulturhistorisk klassificering av värdefulla byggnader inklusive de två blåklassade byggnaderna.

Bebyggelsen i Högdalen, Gubbängen och Hökarängen har företrädesvis förstadens bestämda hushöjder med tre till fyra våningar. Till detta kommer ett mindre antal hus med andra våningsantal, till exempel i centrumbebyggelsen. Stadsplanerna är fortfarande tydligt läsbara, med hus, park och natur i en sammanhållen helhet.

Det finns enligt FMIS fornsök inga registrerade fornlämningar inom influensområdet för grundvatten. Efter genomförd inventering under våren 2016 har fyra möjliga fornlämningar påträffats i projektets närområde; en möjlig aktivitetsplats strax väster om arbets-/servicetunnelns dragning, en plats med tradition kopplad till den som är placerad ovanpå dragningen för arbets-/servicetunneln, en rösning placerad på bergparti nära anslutningen till Högdalsdepån samt ett vägmärke i form av en målad sten vid vägkorsning strax väster om spåranslutningen till Högdalsdepån. Dessa fornlämningar är ej bekräftade och samråd med länsstyrelsen om en eventuell arkeologisk utredning (etapp 2) rekommenderas.

4.8 Andra objekt som påverkar grundvattenförhållandena

Stockholm Vatten och Avfall AB planerar att uppföra en anläggning för sortering, förbehandling, och på sikt, rötning av matavfall i anslutning till Fortums anläggning i Högdalen. Lokaliseringen som föreslås för anläggningen är stadens mark i anslutning till Högdalenverket ovanför spårtunnlarnas dragning strax norr om Högdalstoppen. Utbyggnaden kan komma att ske samtidigt som tunneldrivningen för depån, varför samordning pågår mellan Region Stockholm och Stockholm Vatten och Avfall om försiktig sprängning och avstånd mellan anläggningarna.

Avtal om detta kommer att upprättas mellan parterna. Tillstånd för anläggningen kommer att sökas av Stockholm Vatten och avfall enligt 9 kap. miljöbalken hos mark och miljödomstolen.

4.9 Andra verksamheter

Den befintliga miljöfarliga verksamheten i Högdalsdepån har anmälts till tillsynsmyndigheten, Miljöförvaltningen i Stockholm stad, se avsnitt 3.1.2. De delar av depåutbyggnaden som innebär bygglovspliktiga åtgärder ska prövas av kommunen enligt plan- och bygglagen.

Projektet kan, om det finns behov för det, komma att krossa berg för att tillhandahålla de fraktioner som det finns behov av. Den eventuella krossen ingår inte i denna ansökan utan kommer att anmälas om det blir aktuellt med krossning inom projektet.

Om en verksamhet eller åtgärd väsentligt kan komma att ändra naturmiljön krävs en anmälan enligt 12 kap. 6 § miljöbalken. Planförslaget medför att naturmiljön väsentligt ändras varför utbyggnaden är att betrakta som anmälningspliktig enligt 12 kap. 6 § miljöbalken. I avsnitt 7.7 beskrivs berörda naturmiljöer och hur dessa påverkas. Eftersom tillsynsmyndigheten (länsstyrelsen) blivit underrättad om den planerade verksamheten genom samråd vid framtagandet av järnvägsplanen bedöms anmälningsskyldigheten vara uppfylld. Ingen särskild anmälan behövs därför för detta.

En möjlig fornlämning (identifierad vid fältbesök) ligger i direkt anslutning till arbets-/servicetunneln och kan potentiellt påverkas då den kan ligga inom området för ett öppet schakt. Samråd bör hållas med länsstyrelsen för att avgöra om objektet bör utredas vidare.

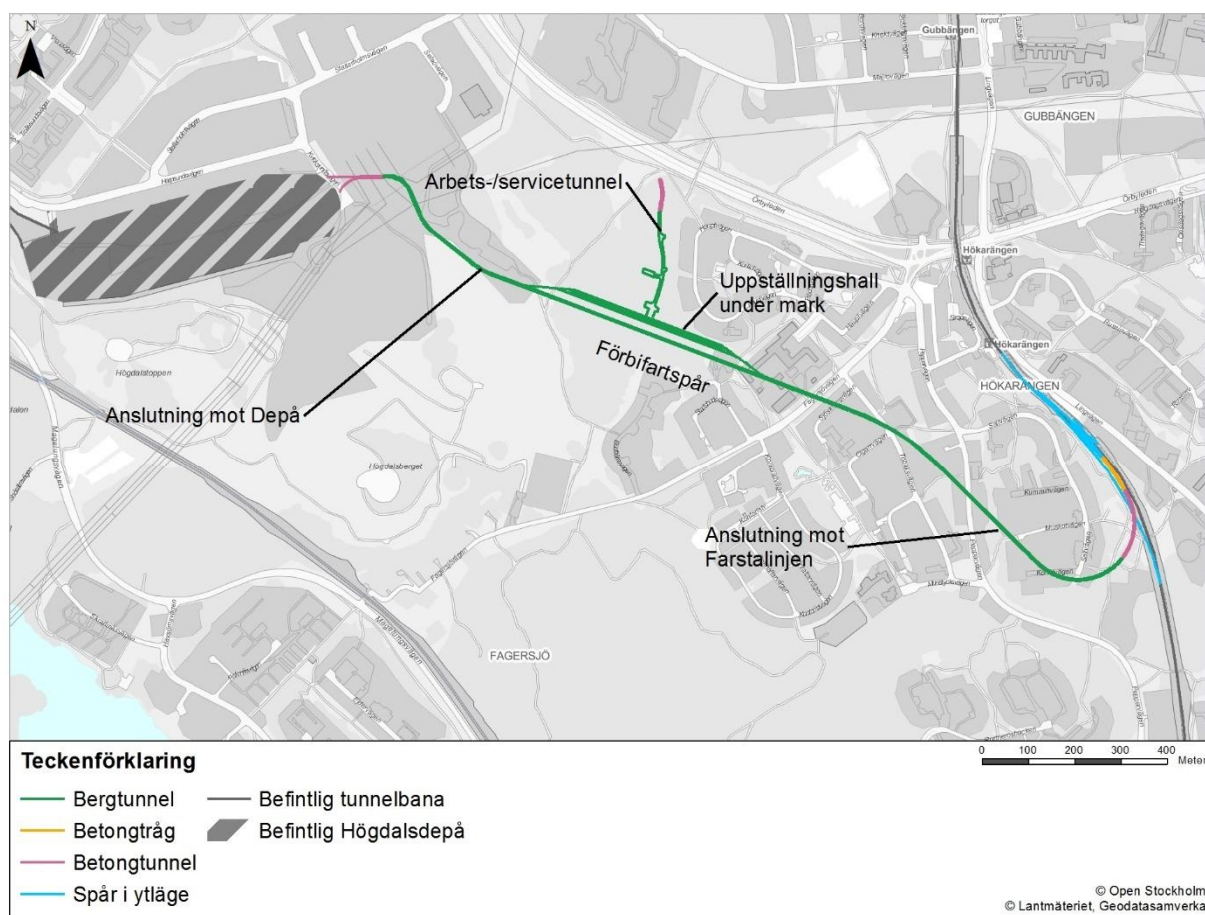
Enligt miljöbalken 10 kap 11§ ska den som äger eller brukar en fastighet oavsett om område tidigare ansetts förorenat genast underrätta tillsynsmyndigheten om det upptäcks en förorening på fastigheten och föroreningen kan medföra skada eller olägenhet för människors hälsa eller miljön. Schakt i förorenad jord är anmälningspliktig. Innan schaktarbeten får ske måste en anmälan om avhjälpandeåtgärd enligt § 28 Förordning (1998:899) om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd göras till tillsynsmyndigheten senast 6 veckor innan arbetena startar.

5 Beskrivning av anläggningen och byggmetoder

I detta kapitel anges kortfattad information om utbyggnaden av anläggningen. För en mer detaljerad beskrivning, se den tekniska beskrivningen, Bilaga A till ansökan.

5.1 Anläggningen

Projektet innebär en utbyggnad, i huvudsak under mark, av en spåranläggning mellan befintlig Högdalsdepå och Farstalinjens Gröna linje (se Figur 17). Anläggningen utgörs av anslutningsspår, förbifartsspår och en uppställningshall under mark samt en arbets-/servicetunnel. Anläggningarna under jord kommer att innebära bortledning av grundvatten. Ansökan omfattar också grundvattenbortledning från öppna schakt i jord inom befintligt depåområde.



Figur 17. Översiktskarta över anläggningen.

5.1.1 Anslutningsspår, förbifartsspår och uppställningshall

Spåranslutningen till och från den befintliga Högdalsdepån sker i depåns östra del. Anslutningen görs under Kviksundsvägen först som två enkelspårtunnlar i betong för att sedan gå ihop till en dubbelspårig tunnel först i betong och sedan i berg. Betongtunneln är cirka 120 meter lång. Bergtunneln för anslutning till högdalsdepån är cirka 480 meter.

Mitt på sträckan mellan befintlig Högdalsdepå och Farstagrenens tunnelbanespår byggs en uppställningshall cirka 15-25 meter under mark. Hallen utformas som en bergtunnel med fyra uppställningsspår. Uppställningshallen är cirka 400 meter lång, cirka 17,5 meter bred och cirka 7,5 meter hög.

Öster om uppställningshallen i mark fortsätter tunneln, Anslutning till Farstagrenen, som dubbelspårstunnel i berg i cirka 1200 meter. Bergtunneln passerar under bland annat Fagersjövägen, Tobaksvägen, Pepparvägen och Saltvägen innan den övergår till betongtunnel i cirka 150 meter och sedan i form av betongtråg i cirka 90 meter innan den ansluter till Farstagrenen.

5.1.2 Arbets-/servicetunnel

För byggnationen av uppställningshallen, de nya anslutningsspåren och förbifartsspåren under mark behövs en arbetstunnel.

Arbets-/servicetunneln mynnar strax söder om Örbyleden och anläggs första biten som betongtunnel innan den övergår i en bergtunnel ner till uppställningshallen. Tunneln kommer under byggtiden att användas för att transportera ut bergmassor från spårstunnelarna och för att transportera in material till spår och uppställningshall. Tunneln kommer också att fungera som utrymningsväg under byggtid. Tunneln ska behållas permanent för drifttiden och då främst fungera som en serviceväg för driftpersonal, samt insatsväg för räddningstjänst vid eventuell brand.

Arbets-/servicetunneln utformas med vänd- och uppställningsplats för arbetsfordon, teknisk samt en VA-station.

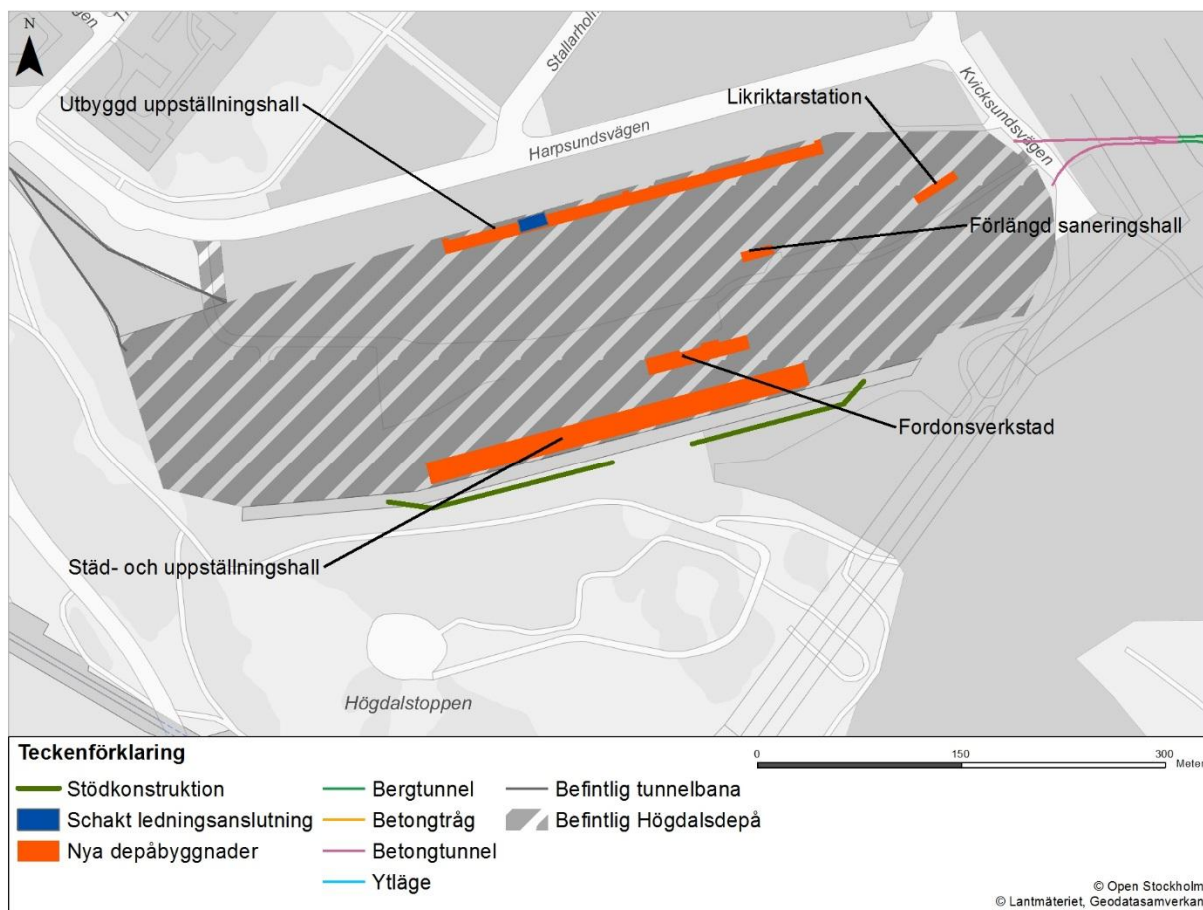
5.1.3 Depåområdet

Inom befintlig högdalsdepå skall befintliga byggnader byggas ut, nya verkstads- och servicebyggnader byggas och nya uppställningsspår anläggas. Arbetena kommer att innebära schaktning under grundvattenytan och preliminära lägen för sådana schakt där grundvattenbortledning kommer att krävas under byggtiden redovisas i bilaga 3. Några av schakten kan komma att flyttas något i samband med detaljprojektering. Figur 18 visar planerade placeringar.

Inom befintlig Högdalsdepå planeras även för schakt för ledningsanslutning till dag- och spillvattenledningar. Lägsta schaktbottennivå för ledningsanslutningen är cirka +31,5.

Söder om depån anläggs en stödkonstruktion för att stabilisera slänten från Högdalstoppen. Stödkonstruktionen konstrueras så att den är genomsläpplig för grundvatten. Vid anläggande av stödkonstruktionen kommer schaktarbeten ske under grundvattenytan. Även vid schakt för de nya uppställningsspår som anläggs norr om stödkonstruktionen kommer grundvattenbortledning att behövas. Under driftskede kommer en dränerande nivå anläggas i spårbädden för att säkra spåren från översvämning. Det vatten som kommer att ledas bort av dräneringen är framförallt markvatten som strömmar ner från slänten. Inget bestående grundvattenmagasin finns där spåren anläggs.

Inom befintligt depåområde finns en pump i en källare till en av byggnaderna. Syftet med pumpen är att länshålla grundvatten när grundvattennivåerna är höga, för att motverka att översvämning sker. Grundvattenbortledningen bedöms inte tillståndspliktig eftersom varken enskilda eller allmänna intressen skadas av länshållningen.



Figur 18. Planerade arbeten inom och i närheten av befintlig Högdalsdepå, preliminära placeringar.

5.1.4 Schakt till markytan

Schakt till markytan krävs vid anläggning av anslutningsspår vid Högdalsdepån och Farstagrenen samt vid arbets-/servicetunnel. Inom och strax söder om befintlig Högdalsdepå kommer schakter att utföras för nya byggnader och tillbyggnader samt för ledningsanslutning till befintligt dagvattennät, en del av dessa kommer kräva bortledning av grundvatten. Planerad placering av dessa schakter redovisas i Figur 18.

5.1.5 Vattenhantering och utsläpp av vatten

Ett vatten- och avloppssystem som samlar upp, renar och transporterar bort vatten från tunnlarna kommer att installeras. Ett ledningssystem behövs för att omhänderta grundvatten som läcker in i tunnlarna (dränvatten). Ett sådant system behöver kompletteras med en VA-anläggning för rening.

Processvatten är det vatten som används i processen under byggtiden, exempelvis vatten som används för att kyla borrarerna eller för att spola av bergmassor.

Dränvatten är inläckande grundvatten som leds bort från tunnlarna under drifttiden.

Länshållningsvatten är det vatten som uppkommer i arbetsschakt och från arbetsområden och tunnlar. Det utgör en blandning av inläckande grundvatten, regnvatten och processvatten.

Vid spolning av tunnlarna under drifttiden, för att rengöra alla ytor, används *spolvatten*.

5.1.5.1 Byggtid

Inläckande grundvatten till bergtunnlarna och arbetsschakten för betongtråg och betongtunnlar samt för arbeten inom befintlig Högdalsdepå kommer under byggtiden att samlas upp i tillfälliga pumpgröpar, tillsammans med processvatten och nederbörd. Tillsammans benämns detta *länshållningsvatten* och kan innehålla cement- och sprängämnesrester samt oljespill från maskiner och hydraulsystem. Cementrester kan orsaka förhöjt pH-värde i vatten. Innan utlastning bevattnas normalt sprängstensmassorna för att undvika damning. Sprängämnesrester i vattnet kan orsaka höga kvävekoncentrationer.

Länshållningsvattnet hanteras på arbetsplatsen genom sedimentation, oljeavskiljning och eventuell övrig rening. Länshållningsvattnet kommer under byggtiden att avledas till spillvattennätet för vidare behandling i reningsverk. Stockholm Vatten och Avfalls riktlinjer kommer att tillämpas.

Flödet av inläckande dränvatten i tunnlar och länshållningsvatten i samband med jord- och bergschakt kommer att mätas både under bygg- och drifttid.

5.1.5.2 Drifttid

Vatten- och avloppssystemet ska samla upp, rena och därefter borttransportera det vatten som uppkommer i tunnlar. Vattenflödena utgörs framförallt av dränvatten från sprickor i berget, samt små mängder vatten från tvättning av tunnlar, vatten från golvavlopp från teknikutrymmen, smältvatten och kondensvatten. Vattnet leds/pumpas i dränledningar till en VA-station, belägen i servicetunneln. VA-anläggningen förses med oljeavskiljare och möjliggör även sedimentering. Dränvattnet bedöms, efter rening i VA-stationen, vara så pass rent att det kan ledas direkt till det lokala dagvattennätet vidare ut till recipienten Drevviken.

VA-stationen dimensioneras för mottagande av kontinuerligt inkommande dränvatten från tunnelsystemet. Dimensioneringen utgår från beräknat inläckage i anläggningen, 257 l/min.

Vilka föroreningshalter som kommer att finnas i det vatten som leds till VA-stationen beror på grundvattnets kvalitet. Provtagning av vattnet kommer ske regelbundet enligt det kontrollprogram som upprättas i samråd med tillsynsmyndigheten.

5.1.6 Infiltration

Infiltrationsanläggningar anläggs för att motverka grundvattenpåverkan i jord som kan medföra skada. Infiltration kan bli aktuellt i samband med schakt i jord och berg inom områden med objekt som kan påverkas negativt till följd av grundvattenbortledning. Skyddsinfiltration utförs vid behov, huvudsakligen under byggtiden, men kan vid speciellt känsliga områden även införas permanent under drifttiden.

I de fall skyddsinfiltration utförs under byggtiden kommer infiltrationen att ske med kommunalt dricksvatten. Under drifttiden kan infiltration komma att ske med dränvatten eller med kommunalt dricksvatten.

5.2 Byggmetoder

Majoriteten av byggarbetena kommer att ske i berg under mark. Spårtunnlarna kommer att drivas med borrhning och sprängning. Vid byggande av de konstruktioner som ska nå upp till markytan såsom schakt vid tunnelpåslag krävs arbeten i jord. Konstruktioner och inredning i bergutrymmena kommer att utföras i betong. För en utförligare beskrivning av byggmetoder, se den tekniska beskrivningen, Bilaga A till ansökan.

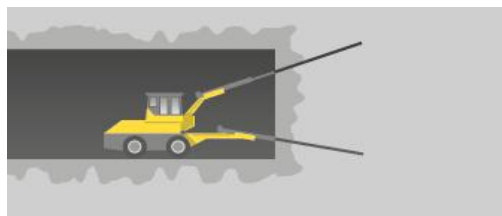
5.2.1 Byggmetoder i berg

Då anslutningsspåren och uppställningshallen under mark anläggs under befintlig bebyggelse och närliggande verksamheter måste byggmetoder väljas med omsorg och produktionen planeras så att intrång och störningar för omgivningen begränsas. Detta kan bland annat innebära restriktioner rörande arbetstider för störande arbeten samt arbetsmetodik.

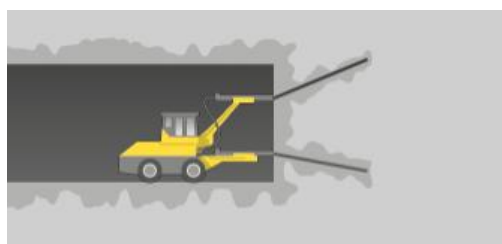
Arbetet i berg kommer att ske på flera fronter samtidigt och omfatta följande viktigare arbetsmoment: förinjektering, salvborrning, laddning och sprängning, bergrensning samt bergförstärkning. Mer information om dessa arbetsmoment finns i faktarutan nedan, se Figur 20. Under normala förhållanden genomförs ungefär en sprängning per dygn. Vissa sträckor kan kräva försiktigt berguttag, vilket innebär fler sprängningar per dygn men med kortare salvlängd.

Tunneldrivning i berg

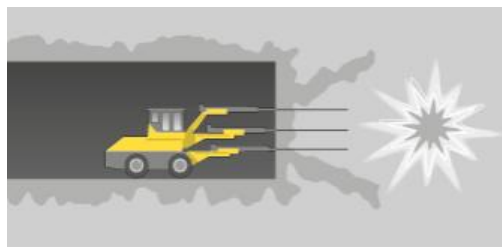
Borrning för injektering: 15-25 meter långa hål borras runt den blivande tunneln.



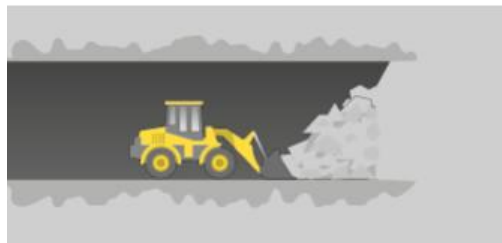
Förinjektering: Betong sprutas in i borrhålen och i bergsprickor. När betongen stelnat har det bildats en tät ring runt den blivande tunneln. Syftet med förinjektering är att minimera inläckage av vatten.



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



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



Figur 19. Schematisk bild över tunneldrivning i berg.

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

Arbetstunneln kommer att förses med fläktar vid mynningen som via ventilationstrummor leder ned friskluft samt trycker ut spränggaser och avgaser från fordon.

5.2.2 Byggmetoder i jord

På de ställen där det krävs arbeten i jord förutsätts arbetena genomföras i öppet schakt. Schakter i jord kommer mestadels utföras innanför tät stödkonstruktion (spont, sekantpålar, slitsmur eller liknande metoder). En tät stödkonstruktion används för att förhindra grundvatten från att komma in i schakten samt stabilisera omgivande jordlager. Täta stödkonstruktioner kommer inte att användas där de riskerar att skada markförlagda kablar.

FAKTARUTA: SPONTTYPER, SLITSMURAR OCH SEKANTPÅLAR

Stålspont finns i olika dimensioner och profiler, vilka slås, trycks eller vibreras ner i jorden. Spontplankorna är försedda med lås som förenar plankorna och gör väggen tät och styv. Spontplankorna kan också sammankopplas två och två och/eller kombineras med stålbalkar för att öka styvheten på väggen. När stålspont når berg kan spontväggen förankras i berg med ståldubb.

Rörspont utgörs av stålrör som oftast borras ner och sammanfogas med spontlås. Dimensionen på stålrören kan varieras och rören kan fyllas med betong och även kompletteras med stålbalkar för att öka styvheten. Borrade rörspont är lämplig vid svårare markförhållanden som fastare och blockrik friktionsjord. En fördel med rörspont är att den kan borras ner i berg.

Slitsmurar tillverkas genom att vertikala slitsar eller paneler schaktas i jorden. Panelernas längd varierar mellan cirka fyra och sex meter. Slitsen och jorden stabiliseras genom att en stödvätska, oftast en bentonitsuspension, fylls i schakten. Armeringskorgar sänks ner och därefter gjuts betong i slitsen samtidigt som stödvätskan successivt töms från slitsen. Grävverktyg väljs efter jordens beskaffenhet. Slitsmurens styvhet anpassas genom att variera slitsen tjocklek och armeringsmängd.

Sekantpålar är platsgjutna betongpålar som utförs med viss överlappning för att skapa en styv och tät konstruktion. Foderrör borras ner, oftast till eller ner i berg, och jordmaterialet ersätts med betong. Sekantpålarnas styvhet anpassas genom val av betongkvalitet, påldiameter och armeringsmängd. Såväl slitsmurar som sekantpålar kan nyttjas som permanent konstruktion. Inför installationen byggs först en styrvägg.

Stämp är ett monteringsstöd för olika typer av byggelement, som hjälper till att hålla byggelementet stabilt och säkert, exempelvis som horisontella balkar mellan två lodräta väggar eller som lodräta pelare mellan bjälklag.

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 borras utanför sponten ned i berget varefter cementbaserat injekteringsmedel trycks ut. Botteninjektering innebär borrhål och injektering genom schaktbotten. Kontaktinjektering tätar eventuella hålrum mellan stödkonstruktionens nedre del och bergytan. Jetinjektering tätar jorden bakom stödkonstruktionen och säkerställer att vatten inte tränger förbi spontlås eller ojämnheter mellan element.

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

Den metod för byggande i jord som bedöms vara aktuell vid byggandet av spåranslutning är *öppet schakt*. Denna metod inleds vanligtvis med att det byggs en stödkonstruktion, vilket innebär att man slår eller borrar ned spont ned till berg. Därefter grävs jorden bort ned till grundläggningsnivån alternativt ned till bergnivån där sprängning, sågning, borrar eller bergskärning tar vid. För att minska risken för påverkan på omgivningen till följd av grundvattennivåsenkning kommer det att genomföras tätande injektering. Denna åtgärd begränsar vattenflödet in i schaktgropen.

I det öppna schaktet byggs sedan en betongkonstruktion. När arbetet är klart sker återfyllnad av jord runt anläggningen alternativt så däckas hela anläggningen över och marken återställs. Slutligt val av stödkonstruktion kommer att baseras på geotekniska förhållanden och eventuella restriktioner med avseende på buller, vibrationer i närliggande anläggningar och byggnader.

Permanent betongkonstruktioner utformas täta för att förhindra inläckage av grundvatten.

5.2.3 Material och produkter

Exakt vilka ämnen som kommer att användas i projektet är, liksom den exakta omfattningen av vissa av dem, inte möjligt att ange i detta skede. Produkter och kemikalier kommer att värderas med avseende på risker och miljöpåverkan. Produktvalsprincipen, vilken är grundläggande vid hantering av kemiska produkter, kommer att tillämpas innebärande att då det finns flera likvärdiga produkter ska de produkter användas som innebär minst risker för människors hälsa och miljön. I projektet kommer Region Stockholm att arbeta med och ställa höga krav på entreprenörerna genom miljö- och hållbarhetsstyrning och genom sitt medlemskap i byggvarubedömningen kommer Region Stockholm att styra mot hållbara byggvaror utifrån produktens kemiska innehåll och miljöpåverkan under livsrytten. Nedan presenteras översiktligt aktuella ämnen.

Injekteringsbruk

Tätning av berg kommer i huvudsak att ske med cementbaserat injekteringsbruk. Detta blandas med olika tillsatser (flyttillsatser och/eller härdare) för att skapa för ändamålet anpassade egenskaper.

Kemiska tätningsmedel

Produktvalsprincipen, vilken är grundläggande vid hantering av kemiska produkter, kommer att tillämpas. Det innebär att om det finns flera likvärdiga produkter på marknaden ska de produkter som innebär minst risker för människors hälsa och miljön väljas.

Sprängmedel

Sprängningarna kommer att genomföras med både emulsionssprängämne och patronerat sprängämne. Den övervägande delen kommer att utgöras av emulsionssprängmedel.

Betong

Vid bergförstärkning används sprutbetong som i likhet med injekteringsmedlen blandas upp med flytmedel och härdare för att anpassas till användningen. Bultar gjuts in med cementbruk. Vidare kommer betong att användas vid gjutning av betongkonstruktioner.

Drivmedel

Dieselbränsle kommer att uppfylla kraven för miljöklass 1 eller likvärdigt. Alkylatbränsle kommer att användas i motorerna i de bensindrivna arbetsmaskinerna och arbetsredskapen i de fall dessa inte är försedda med katalytisk rening. Dessutom kan bränslen komma att användas som bidrar till minskad energiåtgång eller förbättrad miljöprestanda, men som inte till alla delar uppfyller kraven för miljöklass 1. Del av maskinparken som används i produktionscykeln är emellertid eldrivna. Detta gäller borrarregat, injekteringsutrustning och laddningsutrustning.

5.2.4 Arbetsvägar och arbets-/etableringsområden

Vid anslutningen till Farstagrenen föreslås byggtransporter gå via en befintlig gång- och cykelväg, som stängs av under byggskedet, som delvis går bakom flerbostadshus på Vaniljvägen innan den ansluter till Pepparvägen. Från Pepparvägen kan transporterna via Farstavägen sedan nå Nynäsvägen (väg 73).

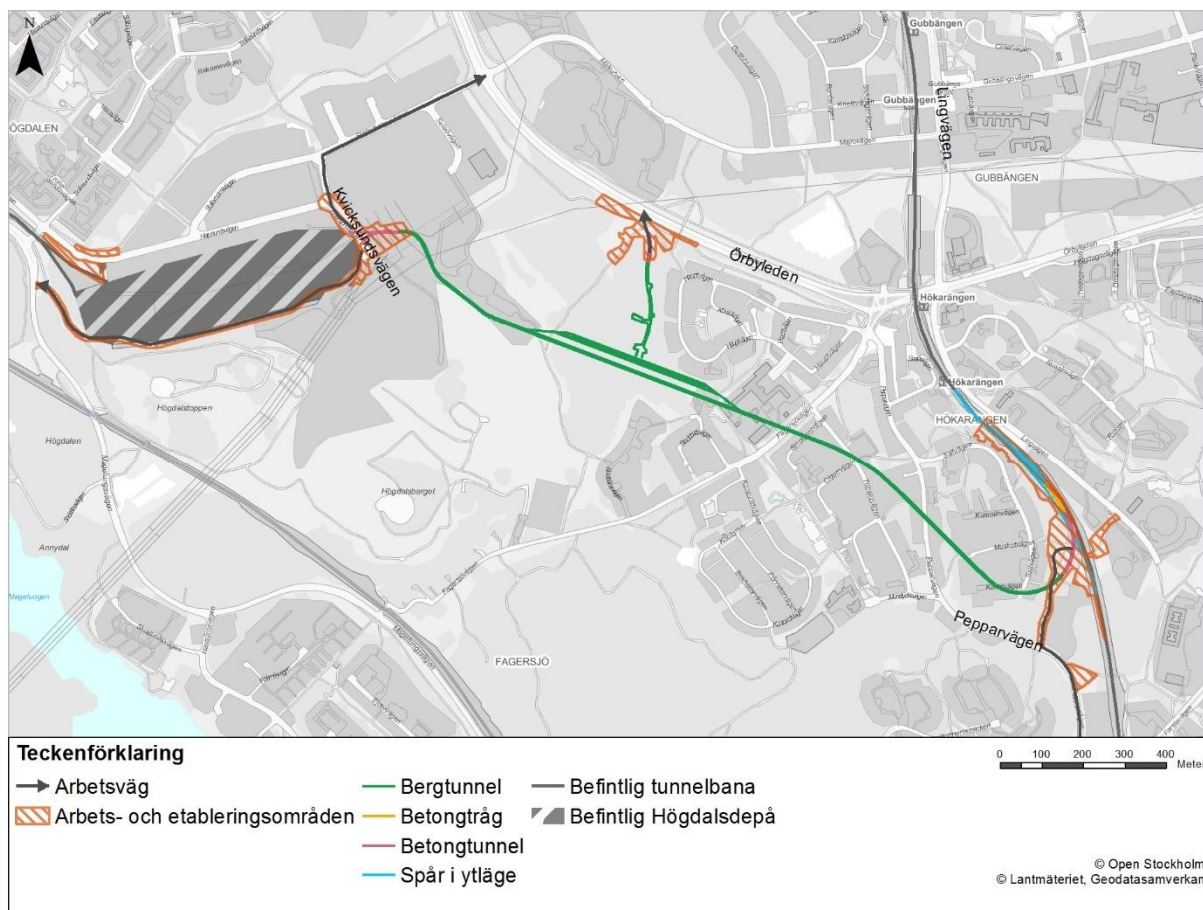
Från arbetstunneln planeras en arbetsväg som ansluter direkt till Örbyleden. Här kommer det krävas en tillfällig påfartsramp för att fordon ska kunna ta sig till och från tunneln. Där arbetsvägen ansluter Örbyleden kommer en trolig hastighetssänkning till 50 km/tim bli aktuell under byggtiden för trafiken i östlig riktning. För anordnandet av arbetsvägen och etableringsytan kommer träd att avverkas.

Vid den anslutning till högdalsdepån, på Kvicksundsvägen, kommer byggtrafik samsas med transporter till och från avfallsanläggningen och Högdalens kraftvärmeverk. När schaktning pågår för att bygga den anslutningen till högdalsdepån kommer en temporär omledning av trafiken att krävas. Ytterligare en arbetsväg kommer krävas vid den anslutningen till högdalsdepån. Denna kommer sträcka sig från tunnelmynningen längs med södra delen av depån för att ansluta till en befintlig gång- och cykelväg som ansluter till Magelungsvägen.

Arbetsvägar som krävs under byggskedet föranleder omledning av befintliga gång- och cykelvägar samt under kortare perioder påverkan på kollektiv- samt biltrafik.

Etableringsytor och arbetsområden kommer att behövas vid samtliga tunnelmynningar och öppna schakt. Det kommer även krävas ett arbets- och etableringsområde väster om depån.

Etableringsytor är ytor för kontor och personalbodar, uppställning av byggkranar och arbetsfordon samt för att tillfälligt förvara byggmaterial, teknisk utrustning och inredning med mera. Eftersom spårtunnlar, uppställningshall och arbets-/servicetunneln till övervägande del byggs som tunnel i berg kommer det generellt sett att krävas få etableringsytor och arbetsområden i ytläge. Från arbetsområden och etableringsytor sker in- och utfart av transporter.



Figur 20. Arbets- och etableringsytor samt arbetsvägar.

Där det är nödvändigt kommer etableringsytor och arbetsområden att avskärmas mot omgivningen för att byggarbetena ska störa så lite som möjligt och för att minimera risken för olyckor. Målsättningen är att ta så lite mark som möjligt i anspråk på ytan under byggtiden för att på så vis minimera omgivningspåverkan. När byggtiden är över kommer marken inom de arbetsområden och etableringsytor som tagits i anspråk under byggtiden att återställas. Vid arbets- och etableringsytor kan arbetsmoment såsom spontning, schaktning och borrhning komma att ske. För etableringsområdet väster om befintlig Högdalsdepå kommer dock inga arbeten att utföras utan denna yta kommer endast användas för etablering/upplag för arbeten vid Kvicksundsvägen.

6 Alternativ

6.1 Nollalternativ

En MKB ska innehålla uppgifter om de miljökonsekvenser som kan förväntas uppstå om den planerade verksamheten eller åtgärden inte kommer till stånd. En sådan utveckling brukar benämnas projektets nollalternativ.

Redovisningen av nollalternativet och dess miljökonsekvenser ger läsaren möjlighet att göra relevanta jämförelser. Nollalternativet för denna MKB innebär vad som sker fram till 2030 om den verksamhet som nu provas inte kommer till stånd, det vill säga det blir ingen grundvattenbortledning orsakad av en utbyggd depå. Utbyggnaden av tunnelbanan kommer att fortsätta men kapacitetsökningen samt service och underhåll av tågen kommer att kraftigt försvåras.

Ifall projektet inte skulle bli av skulle inte någon grundvattenbortledning orsakas och därmed skulle det inte bli någon påverkan på omgivningen som ett resultat av förändring i grundvattennivån. Ingen pågående marksättning och inte någon pågående tillståndsgiven eller icke tillståndsgiven grundvattenbortledning har identifierats inom influensområdet.

Nollalternativet skulle innebära störningar såsom buller och vibrationer från befintliga tunnelbanespår och vägar. Delar av området kommer i nollalternativet, år 2030, att ha exploaterats jämfört med nuläget. Konsekvensbedömning av nollalternativet återfinns i kapitel 7 och 8.

6.2 Utredda lokaliseringar

Under år 2014 och 2015 gjordes en behovsanalys och lokaliseringsutredning för depå till utbyggd tunnelbana. Huvudsyftet med lokaliseringsutredningen var att identifiera bästa möjliga lösning för det utökade behovet av depåkapacitet samt utreda genomförbarheten. Viktiga faktorer vid val av depåläge var tillgång till lämplig mark, miljöpåverkan, placering i förhållande till övriga depåer i tunnelbanenätet och den totala kostnaden. Även möjligheten till framtida utbyggnad av depåkapaciteten beaktades. Lokaliseringsutredningen tittade på totalt 15 alternativ och följande depålägen avfärdades i ett tidigt skede; tre alternativ vid Barkarby, två alternativ vid Nacka, samt alternativ vid Fagersjö, Högdalstoppen, Farsta och Hammarby. Dessa avfärdades bland annat på grund av mindre lämplig placering i tunnelbanenätet, höga investeringskostnader, konflikter med andra planerade infrastrukturprojekt samt intrång i skyddsvärda natur- och rekreationsområden.

Fördjupade studier genomfördes sedan för de kvarvarande sex alternativ som beskrivs nedan.

1. Skarpnäck

Depåläget föreslogs ligga sydväst om Skarpnäck, öster om Fortums anläggning mellan Tyresövägen och Flatenvägen.

2. Högdalen

Depåläget för Högdalen föreslogs vara den befintliga Högdalsdepån som i dag är depå för Grön linjes Hagsätragen.

3. Farsta 2

Depåläget Farsta 2 föreslogs vara placerat söder om Nynäsvägen i norra delen av Larsboda.

4. Nacka A

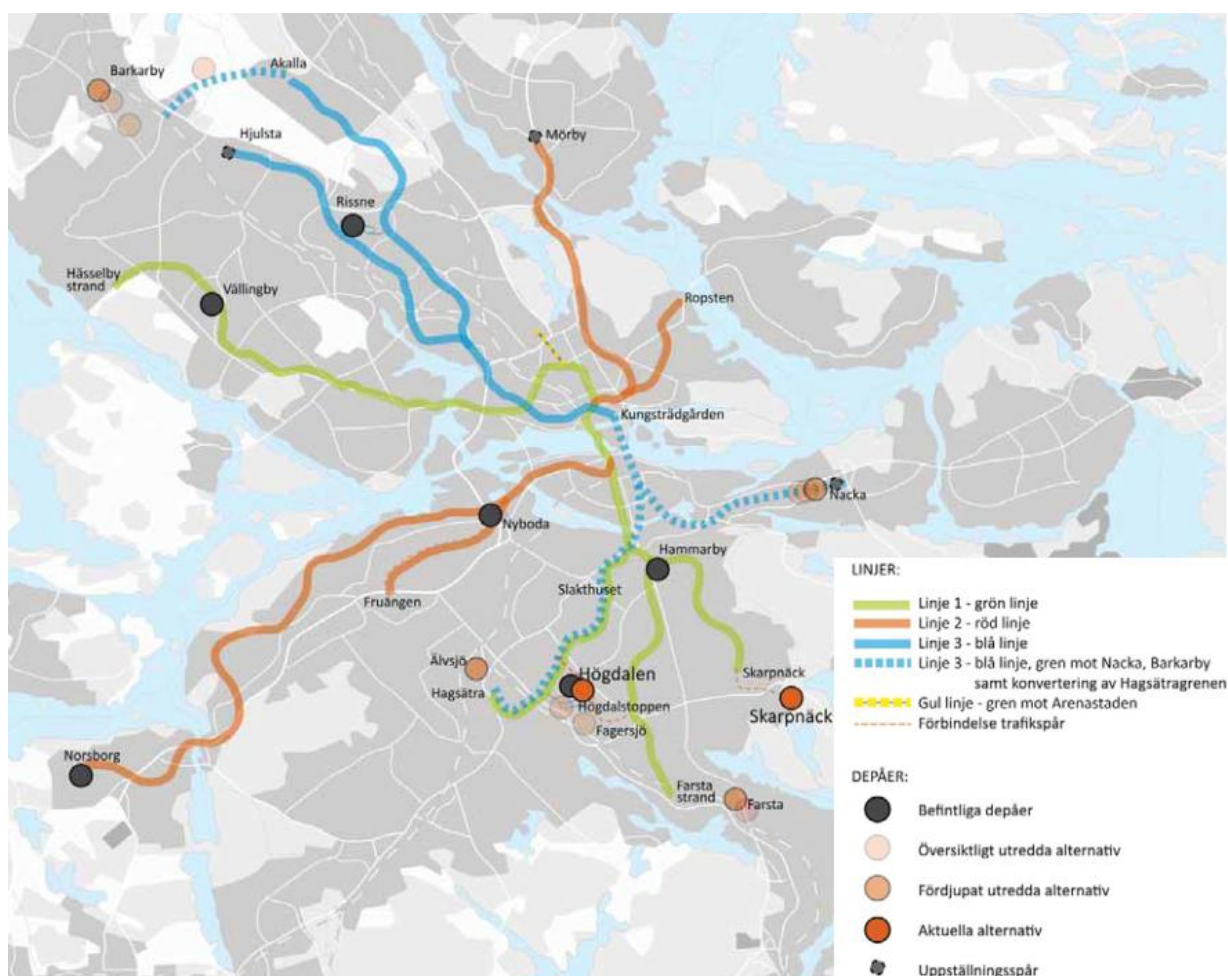
Alternativet Nacka A planerades som depå på Blå linje. Depåläget föreslogs vara placerat söder om Värmdöleden och väster om Nacka Forum.

5. Älvsjö

Depåläget Älvsjö föreslogs vara placerat i ett skogsområde sydväst om Älvsjö industriområde i närheten av Älvsjö pendeltågsdepå.

6. Barkarby A

Depåläget Barkarby A föreslogs vara placerat i norra delen av Veddesta industriområde, i ett skogsområde intill stambanan.



Figur 21. Framtida tunnelbanekarta med befintliga depåer och utredda lägen för depå, bild från lokaliseringstudering.

Utredningen visade på att Skarpnäck och Högdalen var de två mest lämpliga lokaliseringalternativen. Det bortvalda lokaliseringalternativet Farsta 2 hade en bra placering i linjenätet i förhållande till befintliga depåer, vilket skulle ge få tomkörningar och låga driftkostnader. Men investeringskostnaderna bedömdes bli avsevärt större jämfört med Skarpnäck. Dessutom bedömdes markanspråket vara svårmotiverat i ett läge där ett större antal bostäder planeras. Alternativet valdes därför bort. De bortvalda lokaliseringalternativen Nacka A, Älvsjö och Barkarby A förutsatte utöver utbyggnad vid alternativen även att befintlig depå i

Högdalen ansluts till Grön linjes Farstagren för att Grön linje ska ha fortsatt tillräcklig depåkapacitet. Alternativen innebar således byggnation på två platser i systemet varför alternativen bedömdes mindre lämpliga.

Under 2015 gjordes en fördjupad studie av de båda lokaliseringsalternativen utökad depåkapacitet Högdalen och Skarpnäck och ett samråd kring de båda lokaliseringsalternativen hölls i augusti/september 2015. Utredningen visade att båda alternativen är bra placerade i linjenätet i områden som är detaljplanerade för industriändamål. De bedömdes bli kostnadseffektiva lösningar möjliga att genomföra i tid för trafikstart 2025.

I den fördjupade utredningen togs en modell för utvärdering av lokaliseringsalternativens måluppfyllelse fram. Region Stockholms övergripande mål bröts ner i projektspecifika mål, som i sin tur formulerades i fem huvudmålområden. Dessa huvudmålområden var läge, funktion, miljö, ekonomi och genomförande. För tre av huvudmålområdena - läge, funktion och ekonomi, gav utvärderingen ett tydligt utslag till fördel för Högdalenalternativet. En lokalisering i Högdalen ansågs ge de bästa trafikala och verksamhetsmässiga förutsättningarna för det framtida fordonsunderhållet i tunnelbanan, inräknat eventuella ytterligare trafikökningar, till lägsta investerings- och driftskostnad.

Läget för alternativ Högdalen innebar att i stort sett all tillkommande byggnation skulle ske dels inom befintligt depåområde som redan var planlagt för industriändamål, dels under mark. Det innebär att framtida stadsutveckling/bostadsbyggande möjliggörs, samt att påverkan för boende och miljö blir relativt liten.

Funktionsmässigt bedömdes det som en god lösning att Högdalsdepån skulle kunna serva både Blå och Grön linje vilket både ger flexibilitet och robusthet. Lösningensalternativet skulle innebära få och korta transporter med tomma tåg, vilket skulle medföra att större delen av spårkapaciteten används för tåg i trafik och att driftskostnaderna minskar.

Ekonomiskt innebar Högdalsalternativet en väsentligt lägre investerings- och driftskostnad jämfört med Skarpnäcksalternativet. Avseende miljö- och genomförandekonsekvenser var skillnaderna mellan alternativen inom modellens felmarginaler. Det innebär att de båda alternativen bedömdes likvärdiga ur miljö- och genomförandeperspektiv. Båda alternativen innebar viss påverkan på miljövärden. Miljöaspekterna har tagits omhand i den kommande planeringen. Utredningen visade också att miljökonsekvenserna var relativt små och möjliga att hantera med olika typer av skyddsåtgärder.

6.2.1 Anslutningsspår till Gröna linjens Farstagren

Ett antal förslag har utretts för lokalisering av anslutningsspåren från depån till Grön linjes Farstagren. Följande utformningar av anslutningsspår har utretts:

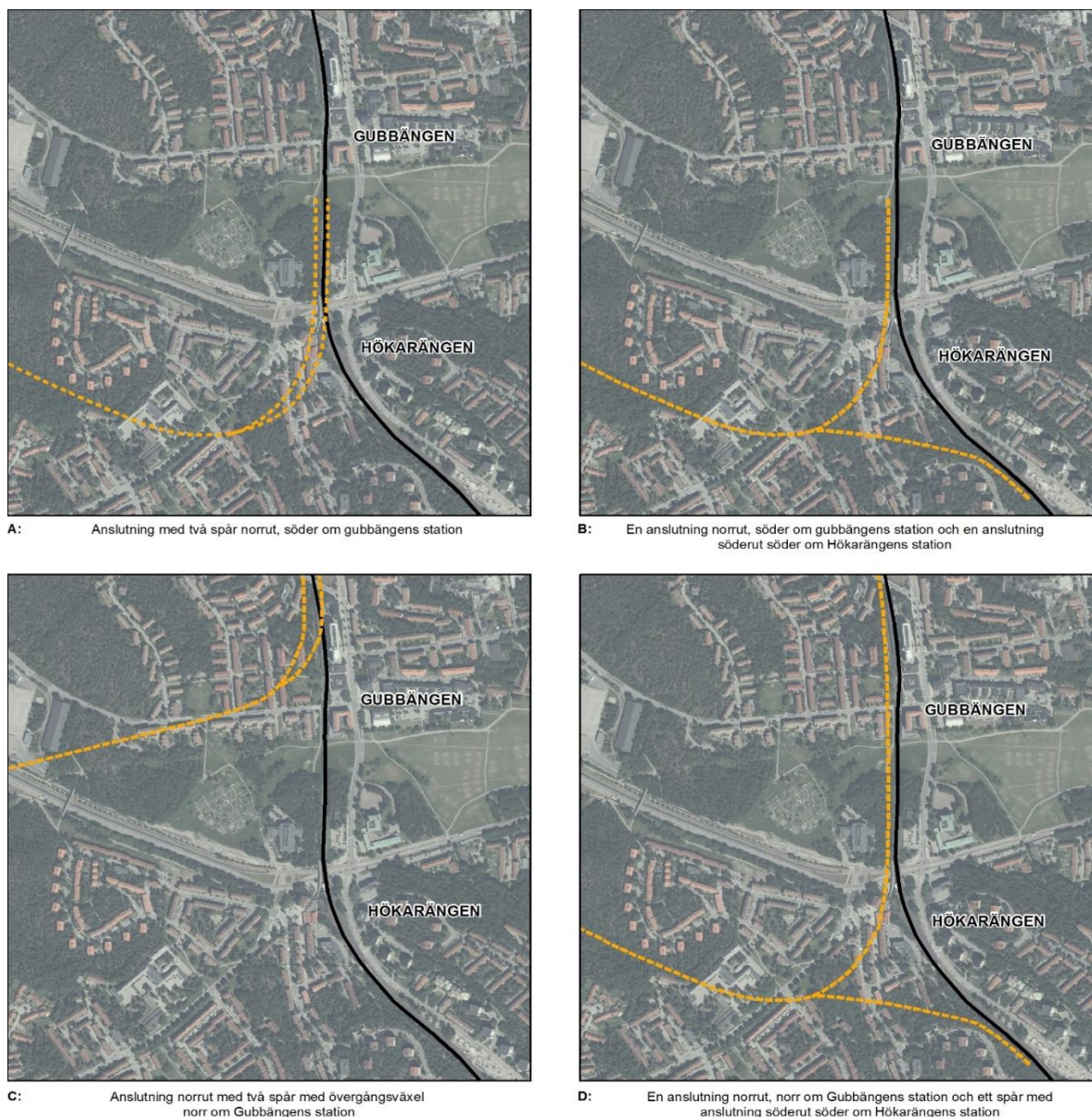
- A. Anslutning med två spår norrut söder om Gubbängens station. Spåren går i tunnel under Örbyleden och kommer upp i dagen och ansluter till trafikspåren på delvis breddad bro över Gubbängsfältet.
- B. En anslutning norrut, söder om Gubbängens station och en anslutning söderut, söder om Hökarängens station. Norra anslutningens spår går i tunnel under Örbyleden och kommer upp i dagen och ansluter till trafikspår, på en åt väster delvis breddad bro över Gubbängsfältet. Södra anslutningens spår går i tunnel och kommer upp i dagen söder om Hökarängens station.
- C. Anslutning norrut med två spår med övergångsväxel norr om Gubbängens station. Spåren går i tunnel söder om Gubbängens idrottsplats och kommer upp i dagen och ansluter till trafikspåren söder om Tallkrogens station.

- D. En anslutning norrut, norr om Gubbängens station och anslutning söderut, söder om Hökarängens station. Norra anslutningens spår går i tunnel under Herrhagsvägen och kommer upp i dagen och ansluter till trafikspåret. Södra anslutningens spår går i tunnel och kommer upp i dagen söder om Hökarängens station.

Alternativ A och C bedömdes vara sämre trafikmässigt än B och D, varför dessa alternativ valdes bort. Alternativ C bedömdes dessutom vara dyrast och ge mest påverkan på bebyggelsen norr om Gubbängen. Alternativ B och D ansågs vara bra trafikmässigt sett, då båda alternativen ger god möjlighet till utsättning och inryckning. Alternativ D valdes bort då det bedömdes både vara dyrare och ge mer påverkan på bebyggelsen norr om Gubbängen jämfört med alternativ B.

Utifrån alternativ B och C utreddes ytterligare två varianter vidare av Region Stockholm. En variant av alternativ B innebar att den nordliga anslutningen istället gick i tunnel under Saltvägen och kom upp i dagen parallellt med befintliga trafikspår ungefär vid Hökarängens stations södra uppgång. Anslutningsväxeln föreslogs placeras söder om Örbyleden vid Hökarängens stations norra ände, för att inte påverka tunnelbanebron över Örbyleden. Den andra varianten av alternativ C innebar att anslutningen till trafikspåren skedde med två spår norrut, spåren gick i tunnel och kom upp i dagen norr om Herrhagsvägen.

Dessa två varianter utreddes och jämfördes med den ursprungliga versionen av alternativ B. Efter ytterligare noggrann utvärdering av läge, funktion, miljö, ekonomi och genomförandetid i samråd med Stockholms stad valde Region Stockholm under våren 2016 att gå vidare med den ursprungliga versionen alternativ B för fortsatt projektering och utredning. Varianten av alternativ C ansågs vara sämre med utgångspunkt i konsekvenser för teknik (läge och funktion), miljö samt genomförande. Mellan varianten av alternativ B och den ursprungliga versionen av B var det svårt att dra entydiga slutsatser då de sammanvägda poängen för huvudmålen pekade i olika riktning när det kom till läge och genomförande. Stadens planer på studentbostäder vid Gubbängen blev avgörande för beslutet att gå vidare med den ursprungliga versionen av alternativ B.



Figur 22. Den fördjupade utredningen som föreslog alternativ A-D som anslutning till Farstagrenen.

Alternativ B valdes under våren 2016 vilket sedan användes för vidare utredningar. Utifrån alternativ B har sedan ytterligare ett antal utformningar av anslutning till Farstagrenen utretts. Nedan redogörs kortfattat för dessa.

Under hösten 2017 gjordes en utredning, ur ett övergripande perspektiv, av en anslutning till Farstagrenen söder om Hökarängens tunnelbanestation. Detta alternativ innebar en lösning med två anslutningsspår i form av enkelspårstunnlar söder om Hökarängens station. Tunnlarna korsade varandra under mark innan anslutning till Gröna linjens Farstagren. Eftersom detta alternativ inte krävde en tunnel under Örbyleden bedömdes riskbilden bli bättre och det bedömdes även positivt ur kultur- och natursynpunkt eftersom ett intrång på Gubbängsfältet och eventuell påverkan på Söderledskyrkan undviks. Utredningen var dock översiktlig och visade därmed inte på hur lång avstängningen för tunnelbanan skulle bli eller hur bergöveryta och grundläggning av hus såg ut, vilket behövde utredas vidare för att besvara om alternativet var genomförbart eller ej. Då skillnaden i kostnader mellan detta alternativ och föreliggande var väldigt små och detta alternativ enbart hade utretts väldigt översiktligt valdes det bort då riskerna var större och tidplanen skulle påverkas påtagligt av omtaget.

Inom ramen för ovanstående beskrivet alternativ utreddes även översiktligt en anslutning till Gröna linjens Farstagren i form av en dubbelspårsanslutning ungefär i samma läge som den södra anslutningen i alternativ B. Detta alternativ valdes bort till förmån för alternativ B med motiveringen att alternativet inte var tillräckligt kostnadseffektivt, att det är en trafikalt sett mindre effektiv lösning samt att spårdragningen var i konflikt med planerad bostadsbebyggelse.

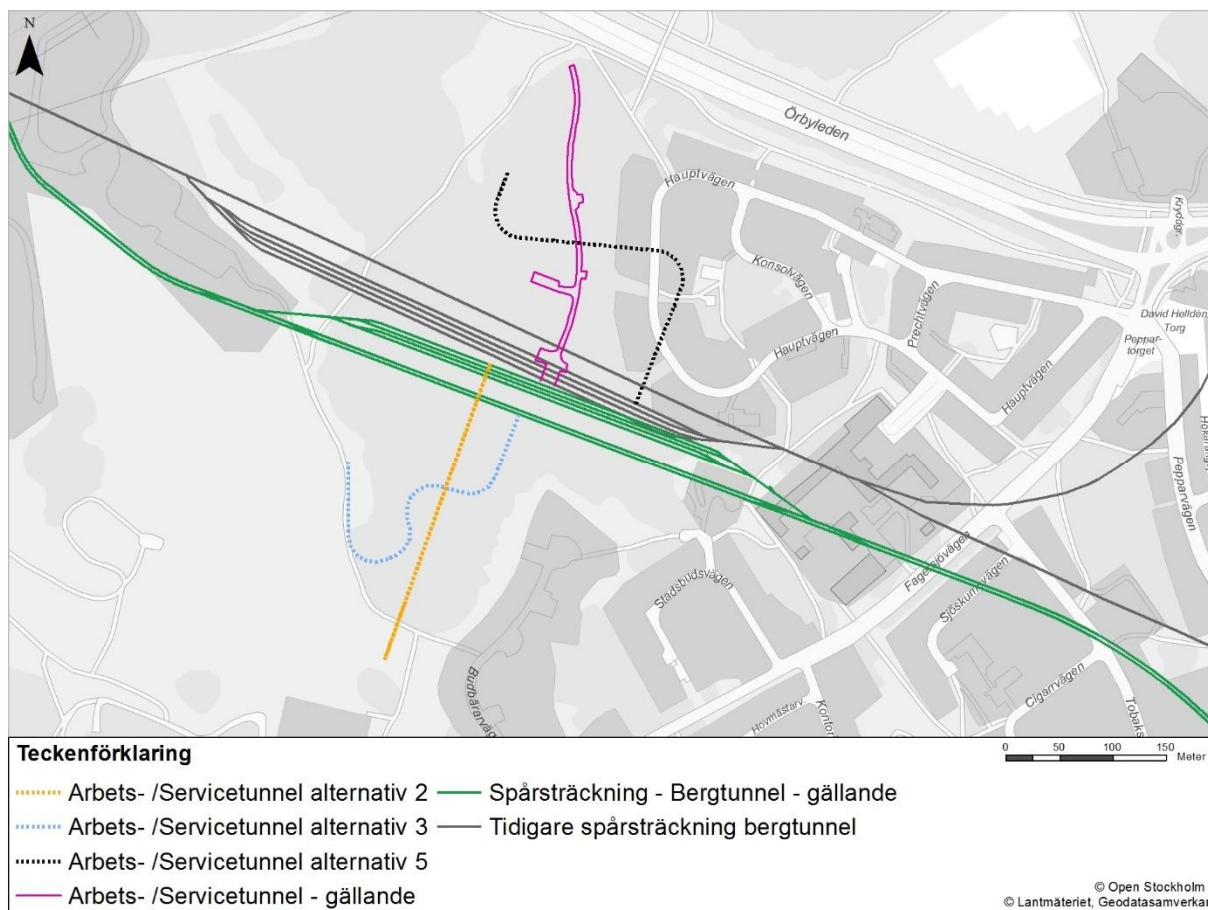
Under hösten 2018 utreddes sedan sex olika varianter på anslutning till Farstagrenen vilka samtliga innebar att de tidigare norra och södra anslutningarna utgick. Förutsättningar för utredningen var att läget för uppställningshall under mark och förbifartspår hade samma läge som tidigare samt att det södergående spåret på befintlig Farstagren lämnas orört. De olika lösningarna hade alternativa radier och växellösningar. Ett av alternativen utreddes djupare och bedömdes medföra kortare perioder av totalavstängning av spårtrafiken. Eftersom detta alternativ inte krävde en tunnel under Örbyleden bedömdes riskbilden bli bättre. Även här bedömdes det positivt ur kultur- och natursynpunkt eftersom ett intrång på Gubbängsfältet och eventuell påverkan på Söderledskyrkan undveks. Den faktor som till sist fällde avgörandet för detta alternativ, var att de trafikmässiga fördelarna bedömdes vara avsevärt mycket bättre än tidigare utredda alternativ. En trafikmässigt effektiv lösning som gör att den operativa driften blir bättre ger positiv inverkan under hela anläggningens livstid.

I september 2018 beslutade Region Stockholm att avbryta projektering av anslutande trafikspår som redovisats i föregående systemhandling, den tidigare norra och södra anslutningen till Farstagrenen, och istället fortsätta utredning och projektering av en dubbelspårsanslutning till Farstagrenen via tunnel och bergpåslag söder om Hökarängens station.

6.3 Utformningsalternativ av arbets-/servicetunnel och uppställningshallen

Totalt sex alternativa lokaliseringar av arbets-/servicetunneln har utretts. Två av de sex alternativen är varianter på andra alternativ som avskrevs tidigt. Fyra huvudalternativ har utretts djupare varav två är dragningar i sydlig riktning från depån och två dragna i nordlig riktning från depån (se Figur 23). De nordliga alternativen för arbetstunnel är betydligt bättre än de sydliga alternativen, både ur ekonomisk synvinkel och med tanke på påverkan på omgivningen.

Det nordliga alternativet som mynnar ut vid Örbyleden föredrogs då den rakare dragningen bedömdes vara körtekniskt bättre och ger bättre tillgänglighet till Örbyleden



Figur 23. Fördjupade alternativa lokaliseringar av arbets-/servicetunnel.

En alternativ utformning av uppställningshallen under mark med fem uppställningsspår och ett förbifartsspår har utretts. Lösningen valdes bort med motivet att föreliggande alternativ med fyra uppställningsspår och två förbifartsspår bedömdes bidra med tillräcklig depåkapacitet och tillgänglighet.

Under hösten 2017 har utformningen av uppställningshallen under mark utretts ytterligare då behov av fler uppställningsplatser blivit aktuellt. De nya platserna placerades inom depåområdet istället för att utöka området under mark då detta bedömts ha mindre påverkan och kostnad än att spränga ut ytterligare plats i berget.

6.4 Anslutning till Högdalsdepån

Ett antal olika lokaliseringar av anslutningsspår till Högdalsdepån har utretts. Under våren 2018 har ett tiotal alternativa anslutningar utretts där hänsyn främst togs till Stockholm Vatten och Avfalls planerade mat- och avfallsanläggning (HSMA), Högdalens ställverk inom Fotocellen 10 som ägs av Ellevio, Högdalens värmeverk som ägs av Stockholm Exergi AB samt Kvicksundsvägen - där omfattande ledningsomläggningar krävs. Gemensamt för de utredda alternativen var att det då befintliga läget för uppställningshallen under mark samt det tidigare norra och södra anslutningsspåret till Farstagrenen kunde behållas.

Vissa alternativ har valts bort då de bedömts mycket dåliga ur depåperspektiv då det krävdes rundkörning för att nå målpunkter i depåområdet och det skulle även krävas ett stort antal motriktade tågrörelser. Andra alternativ har valts bort då dessa passerat under HSMA på sätt som skulle medföra stor påverkan på tidplaner och kräva ny samordning, dessa alternativ har även

korsat SVK:s tilltänkta 400 kV ledning vilket skulle påverka deras redan inskickade koncessionsansökan.

En översiktlig utredning genomfördes även under våren 2018 där anslutning till Högdalsdepån istället sker i den västra delen av depåområdet och anslutningen till Gröna linjens Farstagren sker söder om Hökarängens station via två enkelspårstunnlar som korsar varandra under mark. Denna utredning initierades då det var svårt att komma överens med samtliga involverade parter beskrivet i avsnittet ovan.

I utredningen föreslogs en hög och en låg profil. Den högre profilen innebar att en större del av spåren gick ovan mark med spår på bank samt på bro medan alternativet med lägre profil innebar en längre sträckning i tunnel där spåren skulle gå på bank eller i skärning på de delar där spåren kom upp i ytläge. Gemensamt för båda alternativen var att samförlägga sträckan med Nynäsbanan för att minska barriäreffekt samt att i möjligaste mån undvika Högdalstoppen samt Högdalsberget. För detta alternativ krävdes en annan placering av arbets-/servicetunnel samt uppställningshall under mark. Alternativet med en sydlig anslutning avfördes då Region Stockholm kom överens med berörda parter vid Kvicksundsvägen och kunde skriva avtal vilket innebar att anslutningen till högdalsdepån kunde placeras enligt föreliggande alternativ. Ytterligare anledning till att avfärda alternativet med en sydlig sträckning var på grund av stora kostnader för omtag och försenade tidplaner.

6.5 Byggmetod - tunneldrivning

Möjligheten att använda arbetsmetoden TBM, alltså tunnelbörning, för att genomföra projektet har studerats men avfärdats. TBM, som står för *Tunnel Boring Machine*, har inte bedömts som lämplig metod att använda i detta projekt främst utifrån följande motiv:

- Tunneln innehåller flera olika tunnelstorlekar, vilket medför att flera olika TBM behöver användas. Att använda flera olika TBM skulle innebära mycket höga kostnader.
- Det är relativt korta sträckor för respektive tunneltyp.
- Leveranstiden på en TBM är för lång för detta projekt.
- Projektets typsektioner är inte optimerade för TBM-tunnlar.
- Enkelspårstunnlar, som behöver anläggas vid TBM-drivning, ger låg flexibilitet gällande växelspår.

När det gäller jämförelse av miljöpåverkan mellan drivning med börning och sprängning respektive TBM skiljer de sig huvudsakligen åt enligt nedan:

- Bergmassorna från TBM-drivning är inte lika lämpligt att använda för att bygga vägar och som fyllning vid husbyggnationer. Vid TBM-drivning behöver också betydligt mer berg tas ut, då tunnarna har ett runt tvärsnitt.
- Vid TBM-drivning uppkommer inte sprängningsinducerade vibrationer. Däremot uppkommer vibrationer från börningen.
- Buller och stomljud uppkommer både vid TBM-drivning och vid drivning med börning och sprängning. Vid TBM-drivning är dock ljudet mycket mer monotont och ihållande än vid drivning med börning och sprängning.
- Uppställningshallarna är så stora att det är tveksamt om det är möjligt att bygga dem med TBM-drivning.

7 Konsekvenser av grundvattenbortledningen

7.1 Generella konsekvenser av grundvattenbortledning

Generell påverkan och effekter 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.
- Om grundvattenytan sänks kan naturmiljöer med grundvattenberoende växtlighet påverkas negativt.
- Förändringar av vattnets strömningsbild kan göra så att markföroreningar flyttar på sig eller att naturmiljöer förändras.
- Sänkta grundvattennivåer i berg eller jord kan som effekt för vattenbrunnar ge minskad uttagskapacitet. Effekten för energibrunnar kan bli minskat energiuttag.

En viktig del av utredningsarbetet har varit att identifiera var negativa konsekvenser kan ske, samt att föreslå skyddsåtgärder för att förhindra dessa.

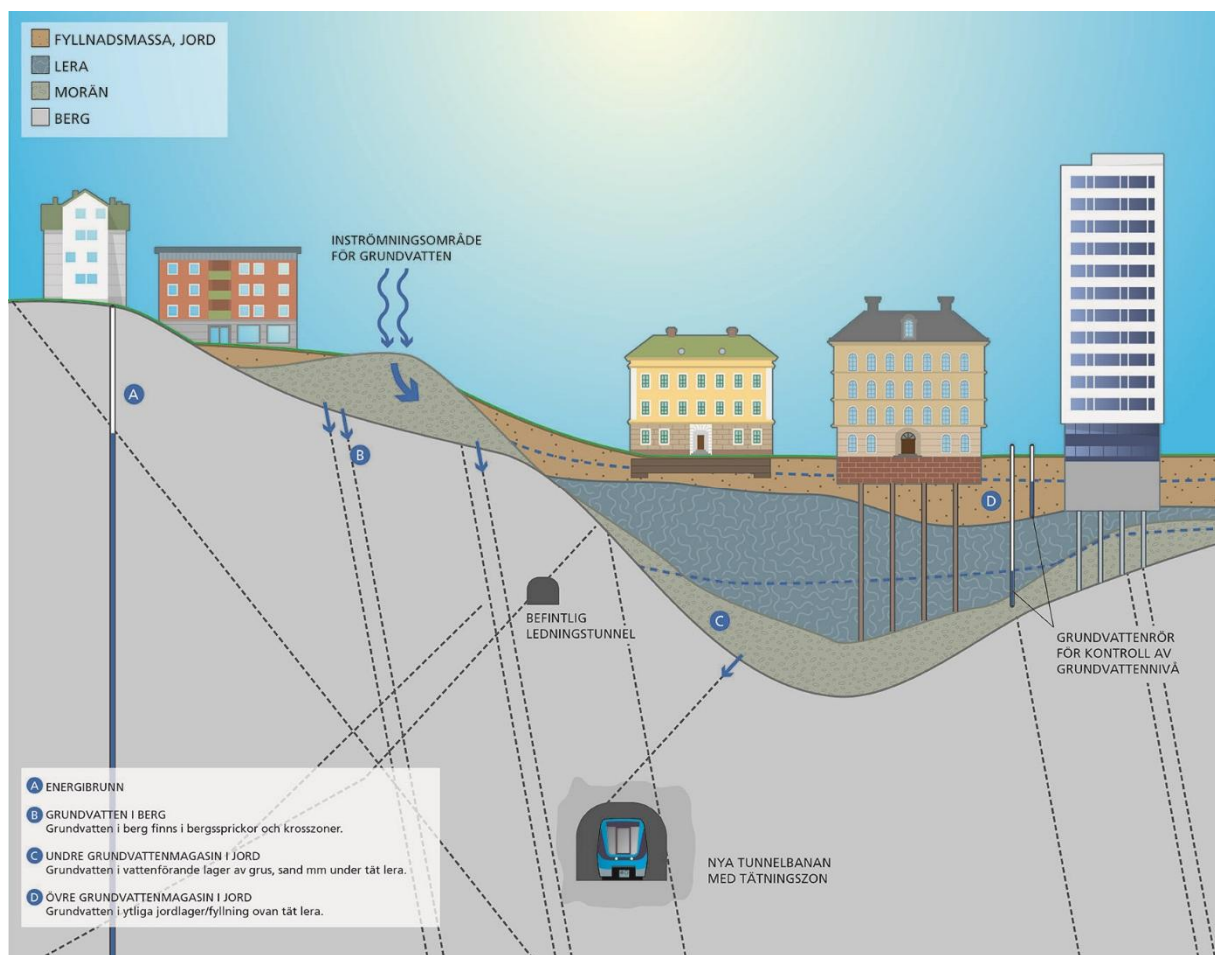
I detta avsnitt beskrivs *allmänt* vad som kan inträffa vid grundvattensänkning. Arbetet med analyser och skyddsåtgärder syftar till att minimera eller helt ta bort dessa konsekvenser.

Grundvatten förekommer dels i sprickor och spricksystem i berggrunden samt 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 ned i berg bildas i jordlagren. Ett uttag i berget, exempelvis i form av inläckage till en tunnel, medför en ökad grundvattenbildning vilket sker på bekostnad av en reducering av ytaavrinningen. Även grundvattenavrinningen minskar vid ett uttag. Grundvattenbortledningen vid en tunnel är väldigt liten jämfört med den totala avrinningen men kan ändå påverka trycknivåer i friktionsjord som underlagrar lerområden (se Figur 24).



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

Inläckaget till en bergtunnelanläggning bestäms av vattengenomsläppligheten, främst i berggrunden och i kontakten mellan berg och jord, 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.

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

7.1.1 Sättningar i mark

Risk för sättningar finns främst inom sättningsskänsliga lerområden, 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.

7.1.2 Skador på byggnader och anläggningar

Vid sättningar kan exempelvis sprickor uppstå i byggnaders fasader och i värre fall, skador i bärande konstruktioner.

Större och tyngre bebyggelse är normalt grundlagd på sådant sätt att skador orsakade av sättningar inte uppstår. Detta gäller även större och känsliga ledningar. Det är företrädesvis mindre och lättare bebyggelse samt klenare ledningar som har grundläggning som kan vara känslig för grundvattenpåverkan.

För byggnader som har grundläggning med träkonstruktioner (träpålar eller rustbäddar) kan en grundvattennivåsänkning medföra att konstruktionerna ruttnar och förstörs om den utsätts för syre. En konsekvens kan även då bli att skador uppstår i byggnaders fasader (sprickor med mera) och i värre fall skador i bärande konstruktioner.

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

Större vatten- och fjärrvärmeledningar är så tunga att de behöver vara grundlagda på eller ned till fast jordart eller berg när de är förlagda inom ett sättningsskänsligt område för att inte riskera att skadas.

7.1.3 Påverkan på brunnar

Påverkan och konsekvenser för brunnar är olika beroende på om brunnarna är vatten- alternativt energibrunnar. 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. För vattenbrunnar avgörs vattenkvaliteten av grundvattnets beskaffenhet, brunnsutförande och närliggande verksamheter som exempelvis jord- eller skogsbruk och avloppsanläggningar. Sänkta grundvattennivåer i berg eller jord kan som effekt i enskilda brunnar ge minskad uttagskapacitet. Effekten i energibrunnar kan bli minskat effektuttag.

Konsekvensen för enskilda vattenbrunnar 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 för en energibrunn 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.

7.1.4 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. Konsekvensen beror av föroreningens typ och omfattning.

7.1.5 Natur-, kulturobjekt och fornlämningar

Olika naturtyper är olika känsliga för grundvattennivåsänkningar. Träd och markvegetation på fast mark utnyttjar främst markvattnet i jordlagren, som fylls på av nederbörd och snösmältning, medan våtmarker och sumpskogar kan vara grundvattenberoende.

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 genom att granen får det lättare att växa till sig vilket konkurrerar ut lövträden. I öppna våtmarker och små dammar/vattensamlingar kan den negativa påverkan bli stor vid en grundvattennivåsänkning om det medför att vattentillförseln till dessa miljöer minskar.

Friska marker 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.

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

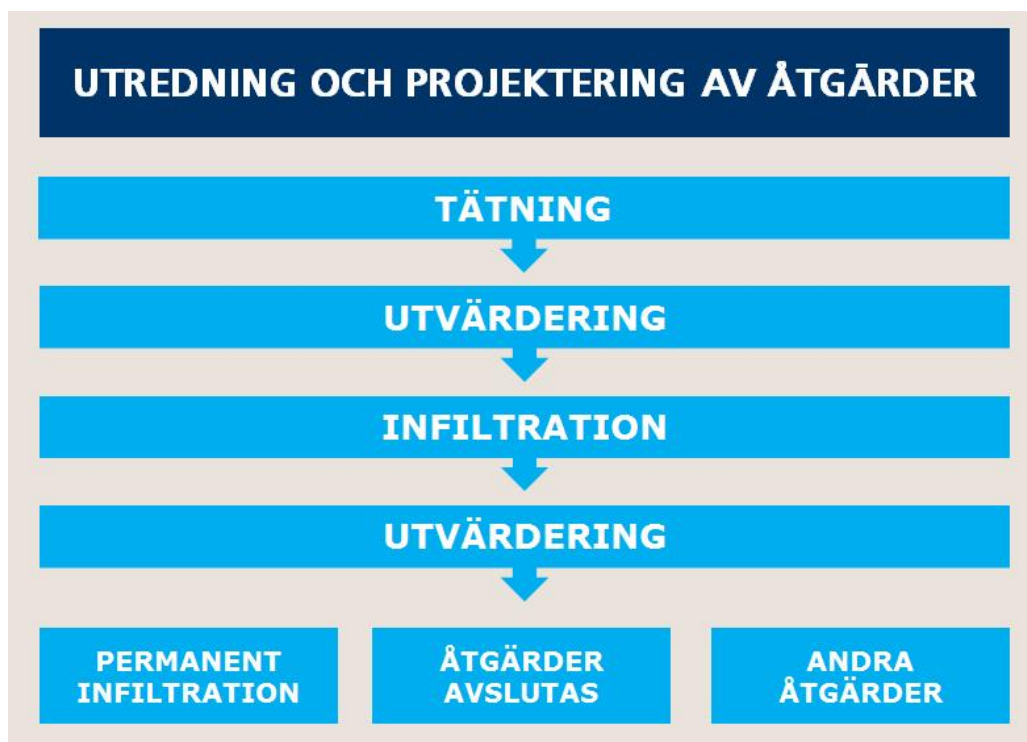
7.1.6 Radon

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

7.2 Skadeförebyggande åtgärder

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

Skador orsakade av sänkning av grundvattennivån uppkommer generellt långsamt. Strategin för de skadeförebyggande åtgärderna är att arbeta i steg, med flera olika skyddsåtgärder och med successiv utvärdering mellan varje steg. Arbetsgången rörande de skadeförebyggande åtgärderna kan sammanfattas i nedanstående figur. Utgångspunkten vid utredning och projektering av åtgärder är att minska risken för att skador uppkommer utan att kostnaden blir omotiverat hög.



Figur 25. Arbetsgången för hantering av skadeförebyggande åtgärder.

Vattenreningsanläggningen kommer att utformas med reningsmetoder anpassade efter föroreningsituationen längs tunnelsträckningen. Prioriterade reningsåtgärder är de som minskar halterna av de polyaromatiska kolväten (PAH) som riskerar att överskrida gränsvärdena, samt för ammoniak och andra kvävefraktioner.

7.2.1 Tätning

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

Utgångspunkten är att tätningen av bergtunnlarna i första hand ska utföras med cementinjektering. Injekteringen utförs som förinjektering som anpassas till de geologiska och hydrogeologiska förhållandena. Om förinjekteringen inte fungerar tillräckligt bra kan ytterligare injektering behöva utföras. Vid speciellt komplicerade passager kan kemiska tätningsmedel behöva användas. Region Stockholm kommer att ta fram en rutin för val och hantering av kemiska

injekteringsmedel. Rutinen utgår från Trafikverkets krav och arbetssätt i Trafikverkets kemikaliegranskningsfunktion.

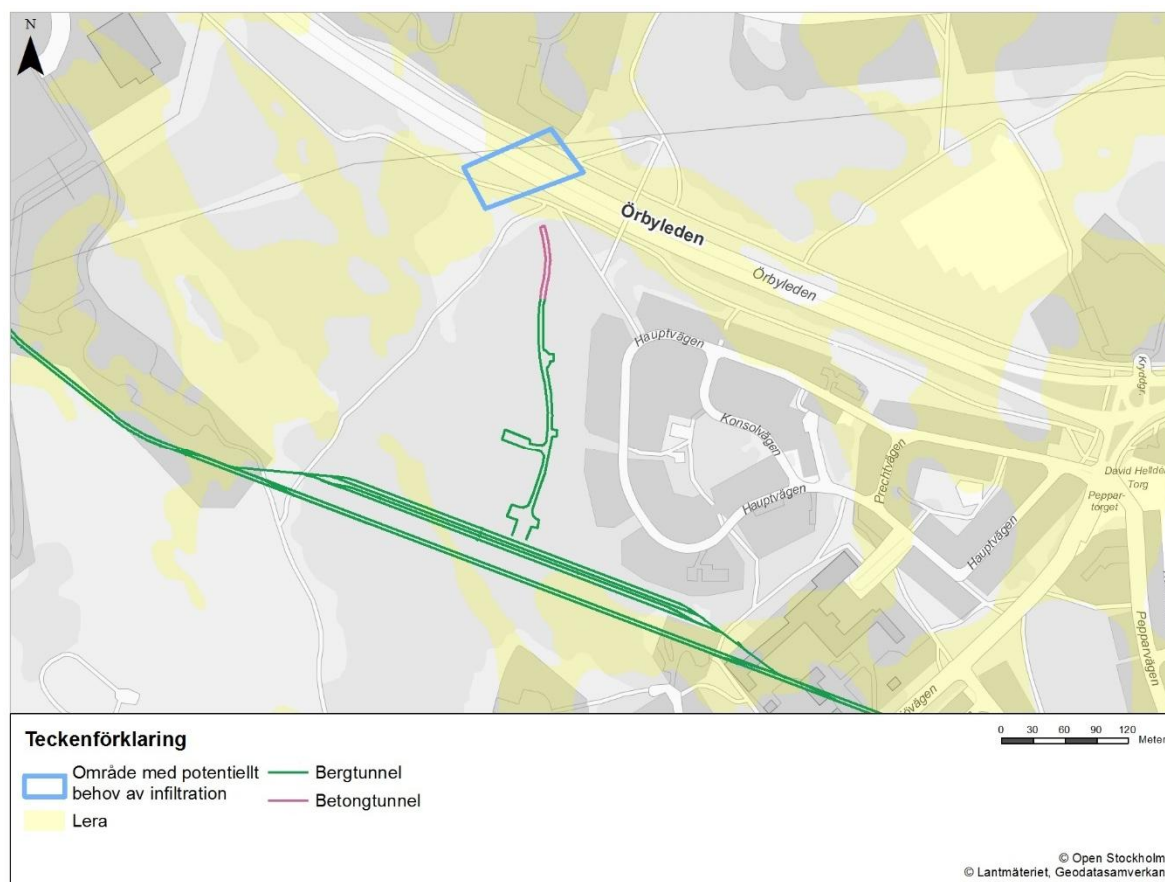
Region Stockholm kommer att säkerställa att injekteringen styrs så att den uppnår uppsatta mål/krav för täthet.

7.2.2 Infiltration

För att undvika skadliga grundvattennivåsänkningar längs tunnellinjen kan skyddsinfiltration utföras vid skyddsobjekt (grundvattennivåkänsliga objekt inom influensområdet). För varje skyddsobjekt kommer det att finnas mätpunkt/er för grundvattennivå. Till dessa mätpunkter tas det fram åtgärdsnivåer, som används för att styra om, när och i vilken omfattning infiltration eller andra skyddsåtgärder behöver ske. Infiltrationen utförs under byggtiden huvudsakligen i jord med vatten från kommunala ledningsnätet. Infiltrationen utförs under byggtiden huvudsakligen i jord i anslutning till känslig anläggning eller objekt med vatten från det kommunala ledningsnätet. Infiltration kan även bli aktuellt under drifttiden.

Behov av skyddsinfiltration har identifierats vid Örbyleden som är belägen inom området för det undre magasinet Gubbängen västra. Skyddsinfiltration är en effektiv åtgärd för att motverka skada om en grundvattenpåverkan blir större än vad som prognosticerats eller inte fullt ut kan hanteras med noggrann tätning. Skulle en påverkan, annan än de ovan redovisade, uppkomma kan skyddsinfiltration vara aktuellt även inom andra delar av redovisat influensområde.

Områden med potentiellt behov av infiltration markeras i Figur 26.



Figur 26. Område med potentiellt behov av infiltration inom influensområde för grundvatten.

7.2.3 Andra åtgärder

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

7.3 Influensområde och inläckage

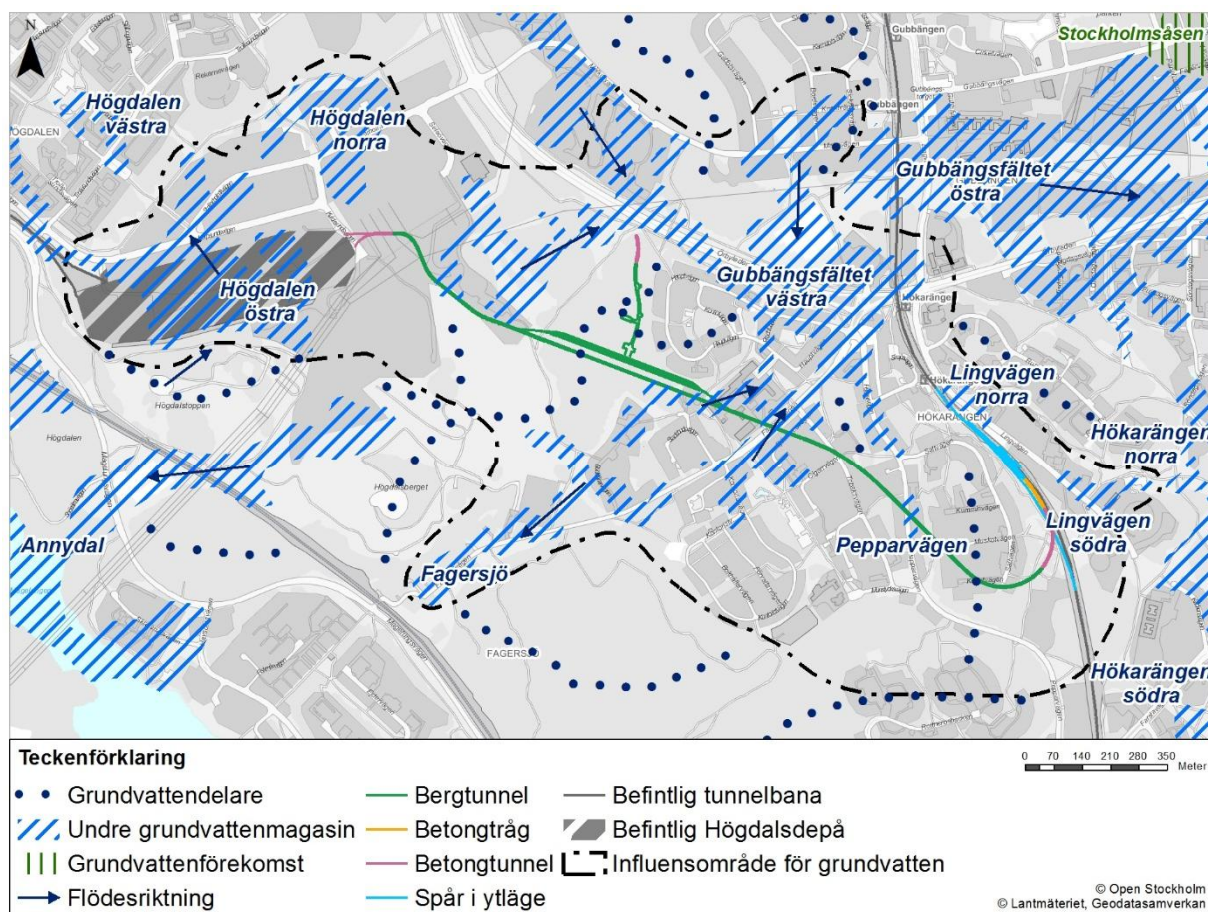
7.3.1 Influensområde för grundvatten

Vid framtagande av influensområdet används framförallt bedömningar från resultat av hydrogeologiska undersökningar och stabila hydrauliska gränser. Influensområdet bedöms utifrån att tätning utförs enligt vad som beskrivs i den tekniska beskrivningen, Bilaga A till ansökan. Vid framtagande av influensområdet beaktas emellertid inte den skyddsinfiltration som kan behöva utföras.

Influensområdet för grundvatten i jordlagren har huvudsakligen utsträckts till stabila grundvattendelare eller hydrauliska ränder. Undantag gäller för grundvattenmagasin som är så stora att någon påverkan rimligen inte kan ske ända ut till sådana gränser. Det framtagna influensområdet redovisas i Figur 27.

Att beräkna grundvattenpåverkan i berg är komplicerat beroende på att förhållandena är så heterogena. Det kan vara svårt att identifiera stabila hydrauliska gränser. I de fall där sådana gränser saknas har en teoretisk beräkning av utbredningen utförts. I sådana beräkningar har influensområdets gräns definierats som gränsen där 0,3 meters trycknivåsänkning i djupt berg beräknas kunna ske. Eftersom beräkningarna ofta överskattar influensområdets utbredning har beräkningarna också kombinerats med erfarenheter av grundvattenpåverkan från andra projekt i Stockholm.

Numeriska beräkningar har utförts för inläckage och grundvattennivåsänkning. Beräkningar genomförs för avgränsade områden, till exempel där bergtunnelavsnitt passerar under grundvattenmagasin i jord eller genom sprickzoner i berg. En samlad bedömning för hela området görs sedan baserad på de enskilda grundvattenmagasinens utbredning. I den samlade bedömningen ingår kunskap om områdenas jord- och bergförhållanden. Influensområdets utbredning är konservativt framtaget varför ingen grundvattenpåverkan bedöms uppkomma utanför influensområdet.



Figur 27. Influensområde för grundvatten.

7.3.2 Inläckage

Inläckage till en bergtunnel beror av ett flertal olika faktorer, såsom bergets vattenförande förmåga, tunnelns djup, grundvattenbildning och utförande av tätning. Vid bedömning av inläckage till bergtunnlar har följande principer använts:

- Vid beräkningar har hänsyn tagits till de osäkerheter som föreligger med avseende på bergets heterogenitet och utfall av planerad tätning av tunnarna. Konservativa parametervärden har gjorts för att inte underskatta storleken på inläckaget.
- Berggrundens vattenförande förmåga har undersökts genom analys av ett stort antal bergborrade brunnar samt vattenförlustmätningar.
- Grundvattenbildningen har i beräkningarna bestämts med en metod som tar hänsyn till att grundvattenbildningen kan öka om grundvattennivån sjunker, samt att grundvattenbildningen ökar vid utförande av infiltration.
- Erfarenheter från inläckage till andra berganläggningar som byggts i likartad geologisk miljö och med likartade byggmetoder utgör kompletterande underlag för bedömningen.

Trots att tunnlarna tätas kommer ett visst inläckage av grundvatten att kvarstå. Detta inläckage kan variera längs med tunneln, beroende på hur tätt berget är och hur väl man lyckats med tätningen av tunnlarna. För den utbyggda depån, inklusive arbetstunneln, beräknas inläckaget efter tätning variera mellan 1-39 l/min/100 meter tunnel. Medelvärde för hela tunneln beräknas till 10 l/min/100 meter tunnel, vilket ger ett totalt inläckage på cirka 257 l/min. Bedömningen är konservativ, då det alltid finns osäkerheter vid bedömning av inläckage.

Bedömningar av inläckage till öppna schakt under byggtiden har utförts översiktligt. Det beror på att grundvattennivåsänkningar effektivt kan motverkas av infiltration och att storleken på inläckaget då inte har någon praktisk betydelse. Med avseende på att principiell byggmetod för öppna schakter är att schakt sker inom tätspont, kan inläckaget förutses bli litet och kortvarigt under byggtiden.

En mer utförlig redovisning av inläckage i tunneln redovisas i PM Hydrogeologi, Bilaga C till ansökan.

7.4 Konsekvenser för mark, byggnader och anläggningar i jord

Konsekvenser av grundvattenbortledning i jord:

Grundvattenpåverkan i jord sker genom påverkan från schakter och bergtunnlar. Konsekvenser som kan uppstå vid grundvattenbortledning i jord innefattar risk för skador på grundvattenberoende objekt på grund av avsänkning av grundvattennivån.

Med åtgärder såsom tätspont vid schakter, injektering av bergtunneln samt eventuell skyddsinfiltation bedöms det uppstå små eller inga negativa konsekvenser för mark, byggnader och anläggningar i jord, vare sig under bygg- eller drifttid. Det bedöms inte heller uppstå några negativa konsekvenser på det identifierade markavvattningsföretaget i området.

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

7.4.2 Känsliga objekt/områden

Risk för sättningar finns främst inom sättningskänsliga lerområden inom influensområdet, men det är byggnadens grundläggning som avgör om en byggnad påverkas eller inte.

Sättningskänsliga byggnader och anläggningar har inventerats inom hela influensområdet. En indelning av byggnader inom sättningskänslig mark har därefter gjorts i följande kategorier:

- Grundläggning på lera.
- Grundläggning med träpålar.
- Grundläggning på pålar/berg/fast botten inom sättningskänslig mark.
- Okänd grundläggning inom lerområden/sättningskänslig mark.

Klassning har även gjorts utifrån följande tabell:

Tabell 2. Klassning av sättningskänsliga byggnader och fastigheter.

Grundläggningskategori	Känslig för grundvattennivåsänkning i övre magasin	Känslig för grundvattennivåsänkning i undre magasin
Grundlagd på lera	Nej	Ja
Grundlagd på träpålar	Ja	Nej
Golv eller ledning grundlagd på lera	Nej	Ja
Okänd grundläggning	Ja	Ja

I Figur 28 redovisas grundvattenkänsliga objekt inom influensområdet. Endast två byggnader med grundläggning på lera har konstaterats inom influensområdet. En industribyggnad inom fastigheten Stillbilden 2, ligger inom området för det undre grundvattenmagasinet Högdalen norra. Vidare är en mindre komplementbyggnad grundlagd på lera inom fastigheten Surlimpan 1 belägen i den södra delen av det undre grundvattenmagasinet Gubbängsfältet västra.

Leran i områdena där dessa byggnader ligger bedöms inte vara sättningskänslig vilket även gäller generellt för lerorna i området.

Ytterligare cirka 30 byggnader samt ett antal mindre komplementbyggnader har okänd grundläggning och är enligt Stockholms stads byggnadsgeologiska karta placerade helt eller delvis inom lerområden. Dessa byggnader betraktas som grundvattenkänsliga av försiktighetsskäl. Inga byggnader med träpålar har identifierats inom påverkansområdet. Byggnader med en grundläggning som inte är sättningskänslig inom lerområden kan generellt ändå ha anslutande servisledningar som är sättningskänsliga.

Inom influensområdet finns även olika typer av ledningar samt vägar och spårområden som kan vara känsliga för grundvattennivåsänkning. Inom området för befintlig Högdalsdepå finns spårområde beläget på lera. Örbyleden passerar flera lerområden inom influensområdet.

Med känsliga ledningar avses ledningar av följande typ och dimension inom områden med identifierade grundvattenmagasin:

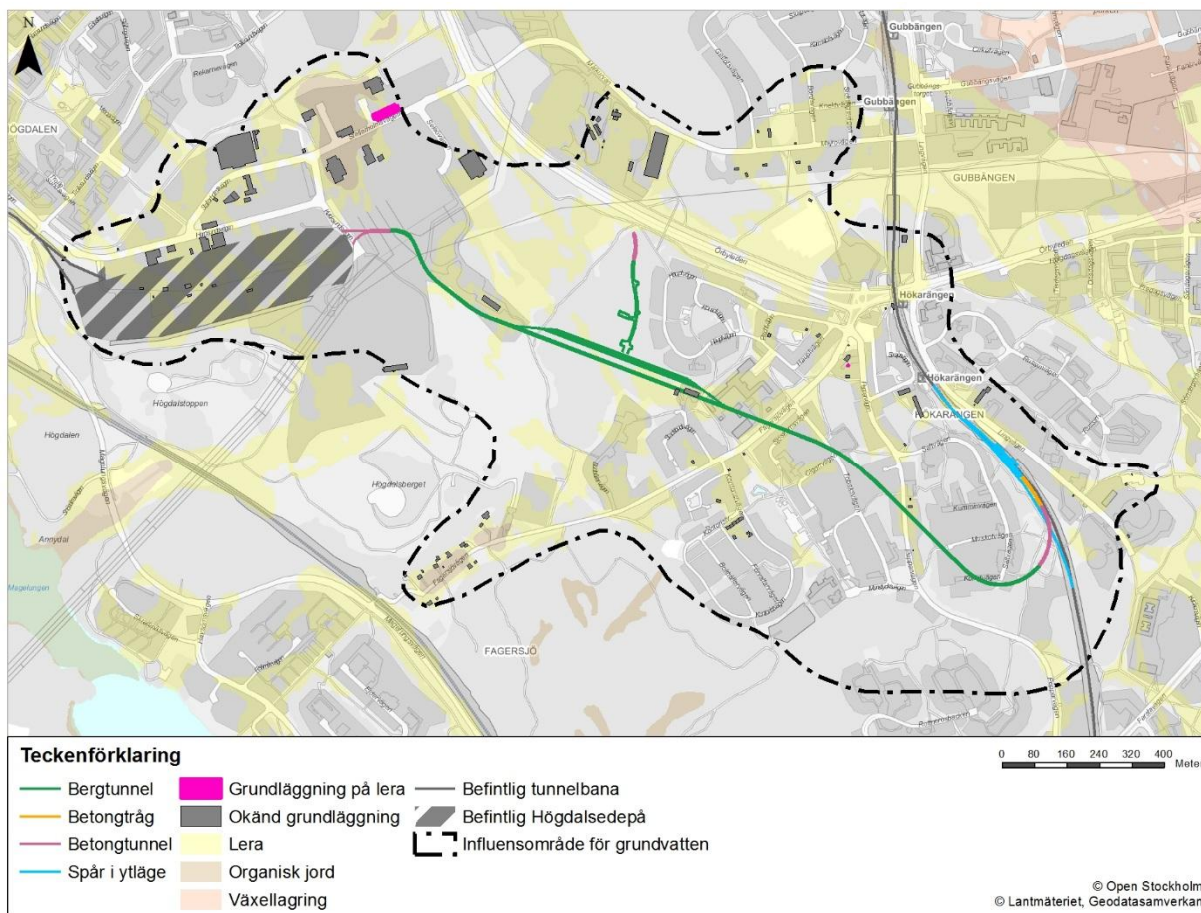
- Vatten ≥ 300 mm.
- Spillvatten ≥ 400 mm.
- Fjärrvärme alla dimensioner.
- Fjärrkyla alla dimensioner.
- Gas alla dimensioner.

Inom området för befintlig Högdalsdepå finns fjärrvärmeledningar. Norr om befintlig Högdalsdepå finns fjärrvärme- och spilledningar längs Harpsundsvägen och Stallarholmsvägen.

I södra delen av influensområdet, längs Fagersjövägen, finns fjärrvärmeledningar. Väster om arbets-/ servicetunneln finns gas- och fjärrvärmeledningar.

I området kring Hökarängens centrum finns gas-, fjärrvärme, spill- och vattenledningar. Vid Majrovägen, norr om Gubbängsfältet, finns gas-, fjärrvärme-, vatten- samt kombinerade ledningar.

Generellt bedöms lerjordarna inom influensområdet ha låg sättningsbenägenhet. Inom vissa delar av grundvattenmagasin Gubbängen västra finns lera med viss sättningsrisk.



Figur 28. Grundvattenkänsliga objekt inom influensområdet.

7.4.3 Konsekvenser av nollalternativ

Nollalternativet medför inga schaktningar eller tunneldrivningar i området vilket i sin tur innebär att ingen grundvattensänkning sker. Därmed sker inte heller några negativa konsekvenser för mark, byggnader eller anläggningar i jord.

7.4.4 Konsekvenser under bygg- och drifttid

Grundvattenpåverkan i jord under byggtid kan ske dels genom påverkan från schakter, dels genom påverkan från bergtunnlar. Områden där skador på grundvattenberoende objekt bedöms kunna uppkomma om grundvattennivåsänkning sker är i huvudsak i anslutning till de identifierade undre grundvattenmagasinen längs stäckningen av planerade tunnlar. Då större delen av sträckningen av bergtunnlarna går genom områden med berg i dagen alternativt tunt jordtäckte berörs endast ett fåtal områden med lerfyllda sänkor. För att undvika skadliga grundvattennivåsänkningar längs tunnelinjen kan skyddsinfiltration utföras vid grundvattennivåkänsliga objekt inom influensområdet.

Region Stockholm har tagit fram en utredningsmetodik rörande grundvatten, som gäller både utredningar som görs för tillståndsansökan och hantering av risk för skador under bygg- och drifttid. I ett första steg definieras ett utredningsområde för grundvatten. Därefter kartläggs värden och egenskaper inom området, bland annat kring berggrund, jordarter och sprickor baserat

på Sveriges Geologiska Undersökning, SGU, och den byggnadsgeologiska kartan för Stockholm. De offentliga uppgifterna har sedan kompletterats med jordbergsonderingar, kärnborrningar och kartering av borrhälsar samt vattenförlustmätningar och andra hydrauliska försök.

Som underlag för bedömning av skador som kan uppkomma till följd av grundvattenpåverkan har jordlagrens sättningssärlighet utretts. Det har gjorts genom att identifiera områden med lera och undersöka leran enligt följande:

- Tidigare sonderingsborrningar har samlats in i syfte att kartlägga jordlagerföljder och mäktighet av lera.
- Tidigare provtagning av lera har samlats in i syfte att kartlägga lerans egenskaper, såsom konsolideringsgrad och vattenkvot.
- Nya sonderingsborrningar och provtagning av lera har utförts inom representativa områden. Analys av lerprover har utförts på geotekniskt laboratorium.

Vid beräkning av potentiella sättningar har beräkningarna utgått från lerans egenskaper. Beräkningarna har utförts för flera olika scenarier för grundvattennivåssänkning, både vad avser storlek och varaktighet. Utifrån beräkningsresultaten har generella slutsatser om olika områdets sättningssärlighet dragits.

Numerisk analys har utgjort basen för beräkningarna av grundvattennivåssänkning då analytisk teori inte kan beräkna den tredimensionella trycksänkningen kring en tunnel i ett heterogent anisotropt grundvattenmagasin. Dessa beräkningar har utgjort stöd vid avgränsning av influensområde för den planerade tunnelbanedepån.

7.4.4.1 Konsekvenser från öppna schakter

Vid anslutning till Farstagrenen och Högdalsdepån samt vid arbets-/servicetunnelns mynning kommer öppna schakter med schaktbotten helt eller delvis under grundvattennivån finnas under byggtiden. Även inom område för befintlig Högdalsdepå kommer öppna schakter under grundvattennivå finnas vid byggnation av byggnader samt anslutning till befintligt ledningsnät. Schakter i jord under grundvattennivån utförs inom tät spont. Berget tätas med ridåinjektering och mellan spontfot och berg genomförs tätning med exempelvis jetinjektering. Att schakter i jord under grundvattennivån kommer att utföras inom tät konstruktion minimerar påverkan och således de negativa konsekvenserna av en grundvattensänkning i jord.

Bedömning av maximal hydraulisk omgivningspåverkan i öppna vattenmagasin utan skydds-infiltration har gjorts i områdena för planerade schakter. Störst omgivningspåverkan förväntas om omgivande jord har måttlig vattenförande förmåga. Jord med låg vattenförande förmåga ger stor avssänkning nära schakten men den maximala utbredningen blir förhållandevis liten. Jord med hög vattenförande förmåga ger liten omgivningspåverkan.

Sammantaget visar analysen av effekterna från öppna schakt i jord inom projektet att planerat utförande skulle kunna medföra en tillfällig avssänkning av grundvattenytans läge i jord som sträcker sig, konservativt satt, cirka 20-30 meter ut från tätkonstruktionens yttre begränsningslinje. Mätbar förändring, definierad som 0,1 meter, bedöms inte vara spårbar på avstånd överstigande cirka 15 meter från tätkonstruktionens yttre begränsningslinje. Närmast schakt beräknas trycksänkningen kunna uppgå till som mest cirka 0,5 meter för att sedan minska med avståndet från tätkonstruktionen. Öppna grundvattenmagasin i fyllningsmassor kan i princip finnas inom hela utredningsområdet. Många av dessa magasin är dock inte varaktiga under året utan är periodvis torra. Normalt har grundvattenytans läge i dessa magasin ingen koppling till risk för sättningar varför effekter med avseende på trycksänkning i dessa bedöms som små.

Schakt i jord genom undre magasin medför en lokal trycksänkning inom schaktet. Trots tätkonstruktioner sker ett visst inläckage och trycksänkning i undre magasin utanför planerade schakter kan inte uteslutas. Hur stort inläckaget och därmed trycksänkningen i undre magasin blir beror på hur väl utförd tätningen är, vilket gör bedömningar av omgivningspåverkan från grundvattennivåsänkning i undre magasin mycket osäkra.

Schakterna vid anslutningsspåren är belägna i berg alternativt områden med tunt jordtäckte på berg. Om schakterna utförs med planerade tätkonstruktioner bedöms påverkan på omgivande grundvattenmagasin bli liten och skyddsinfiltration inte behövas.

Schakterna inom befintlig Högdalsdepå utförs i områden med tunt jordlager. Påverkan på omgivande grundvattenmagasin bedöms bli liten och någon infiltration behövs inte.

Schakterna vid arbets-/servicetunnel ligger delvis i eller i anslutning till lerområden. Trots planerade tätkonstruktioner bedöms risk finnas att visst inläckage kommer uppstå. En trycksänkning i undre magasin kan inte uteslutas utan infiltration. Med infiltration som skyddsåtgärd bedöms påverkan på grundvattenmagasinen som liten. Behov av skyddsinfiltration motiveras av närheten till Örbyleden. I Figur 28 visas områden med potentiellt behov av skyddsinfiltration.

Grundvattenpåverkan från schakter är begränsad till byggtiden.

7.4.4.2 Konsekvenser från tunnarna

Grundvattenpåverkan från bergtunnlar kan uppstå under byggtiden och kan fortgå även under drifttid.

Tunneln för anslutning till Farstagrenen sträcker sig väster om grundvattenmagasinet Hökarängen norra. Då området i direkt anslutning till spårsträckningen är beläget i ett område med höga berglägen är det den horisontella avsänkningen i berg som kan påverka magasinet. Beräkningar visar att bortom ett avstånd om cirka 160 – 210 meter från tunnellen i plan förväntas påverkan i djupt berg vara försumbar, påverkan blir dock försumbar på ett mindre avstånd än så på flera platser längs tunnelsträckan beroende på lokala förutsättningar. En mindre isolerad lerfylld sänka, magasinet Lingvägen södra, mellan Hökarängen norra och påslaget till tunnellen bedöms påverkas i begränsad omfattning på grund av att avståndet mellan tunnellen och sänkan är cirka 80 till 100 meter. Tunnelldjupet ligger här mellan +40 till +42 vilket kan jämföras med marknivån i den isolerade sänkan på cirka +35. Då tunnelldjupet här är mindre än för beräkningsfallet och därmed trycksänkningen i berg är mindre bedöms påverkan från bergtunnarna på den mindre sänkan även bli begränsad. Längre västerut passerar tunneln för anslutning till Farstagrenen det mindre magasinet Pepparvägen samt de sydöstra delarna av magasinet Gubbängen västra, det vill säga området sydväst om Hökarängens centrum. Då utbredningen av magasinet i detta område till stora delar är begränsat (mindre än 100 meter) på grund av höga berglägen bedöms påverkan även här blir begränsad. Eftersom grundvattenmagasinet vid Pepparvägen utgörs av en mindre isolerad svacka och utbredningen av magasinet är begränsat bedöms påverkan även här blir begränsad. Leran i området är överkonsoliderad samt att inga marksättningar bedöms pågå i denna del av området, det vill säga sättningsbenägenheten bedöms som låg. Inga byggnader med grundvattenberoende grundläggning har identifierats i området. Skyddsinfiltration kan nyttjas för att reducera trycksänkningen.

Tunnellen går parallellt med Örbyleden som bedöms vara sättningskänslig. Leran i områden är generellt inte sättningsbenägen, men längs Örbyleden bedöms viss sättningskänslighet finnas. Med skyddsinfiltration i området som visas i Figur 28 bedöms risken för sättningskador som liten.

Tunneln för anslutning till högdalsdepån och uppställningshallen sträcker sig främst genom områden med höga berglägen och tunna jordlager. Tunneln passerar dock ett område med mäktigare jordlager i anslutning till de sydvästra delarna av grundvattenmagasinet Gubbängsfältet västra samt Högdalstopparna. Trycksänkningen i undre magasin i jord bedöms uppgå till några meter ovan tunnellen med successivt avtagande på större avstånd från tunnellen. Gökdalen är belägen drygt 70 meter från tunnellen och den hydrauliska kontakten är begränsad mellan våtmarken och det undre magasinet på grund av det tätande lerlagret. Därför bedöms inte vattennivån i Gökdalen påverkas vid grundvattensänkning. Inga byggnader vars grundläggning är grundvattenberoende har identifierats i området.

Söder om uppställningshallen under mark är Fagersjömagasinet beläget. Magasinet utgörs av en mindre isolerad lerfylld sänka. Då magasinet ligger som närmst 220 meter från uppställningshallen bedöms inte någon trycksänkning ske i magasinet.

Norr om tunnelpåslaget för anslutningen till högdalsdepån är Högdalen norra belägen, en mindre isolerad lerfylld svacka. Inom området har en industribyggnad grundlagd på lera identifierats, fastigheten Stillbilden 2. Närmaste avstånd mellan tunnellen och magasinet är cirka 120 meter. Någon grundvattenpåverkan i det undre magasinet Högdalen norra på grund av trycksänkning kring bergtunneln bedöms inte uppstå. I anslutning till befintlig Högdalsdepå är grundvattenmagasinet Högdalen östra belägen. Närmaste avstånd mellan tunnellen och magasinet är cirka 240 meter. Någon grundvattenpåverkan i det undre magasinet på grund av trycksänkning kring bergtunneln bedöms inte uppstå.

För Herrängen-Gubbängen torrlägningsföretag, markavvattningsföretaget som förekommer inom utredningsområdet, bedöms ingen påverkan uppstå och konsekvenser utebli. Detta på grund av att syftet med företaget, vilket är att avvattna de övre marklagren, förblir. Åtgärder som motverkar syftet är således exempelvis utsläpp av dagvatten till diken tillhörande markavvattningsföretaget. Detta kommer inte ske då länshållningsvatten under byggtiden kommer att avledas till spillvattennätet och under drifttiden bortleds dräneringsvatten via dagvattennätet till recipienten Drevviken.

Arbets-/servicetunneln sträcker i huvudsak genom områden med höga berglägen och tunna jordlager och berör inte direkt något grundvattenmagasin. Dock är närmaste undre grundvattenmagasin, det vill säga Gubbängsfältet västra, beläget cirka 50 meter norr om planerat påslag. Örbyleden är belägen inom Gubbängsfältet västra. Då tunneldjupet här är mindre än för beräkningsfallet och därmed trycksänkningen i berg mindre bedöms påverkan från bergtunnlarna på Gubbängsfältet västra bli begränsad.

Sammantaget bedöms det efter vidtagande av skyddsåtgärder uppstå små eller inga negativa konsekvenser för mark, byggnader och anläggningar i jord, under bygg- eller drifttid. Detta på grund av att negativa konsekvenser av öppna schakt minimeras med spont och injektering samt konsekvenser av bergtunnlar minimeras med skyddsinfiltration. Markavvattningsföretaget bedöms inte få några negativa konsekvenser till följd av anläggningen, varken under bygg- eller drifttid.

7.5 Konsekvenser för anläggningar i berg

Konsekvenser av grundvattenbortledning i berg:

Konsekvenser av grundvattenbortledning i berg berör främst brunnar. Inom influensområde för grundvatten har cirka 200 brunnar i berg identifierats. Samtliga av dessa utgör energibrunnar utom en som är vattenbrunn.

Med injektering av bergtunneln som skyddsåtgärd bedöms det uppstå små negativa konsekvenser för energibrunnar under bygg- och drifttid. För vattenbrunnen bedöms det inte uppstå några negativa konsekvenser.

7.5.1 Bedömningsskala

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

Bedömningsskala känslighet

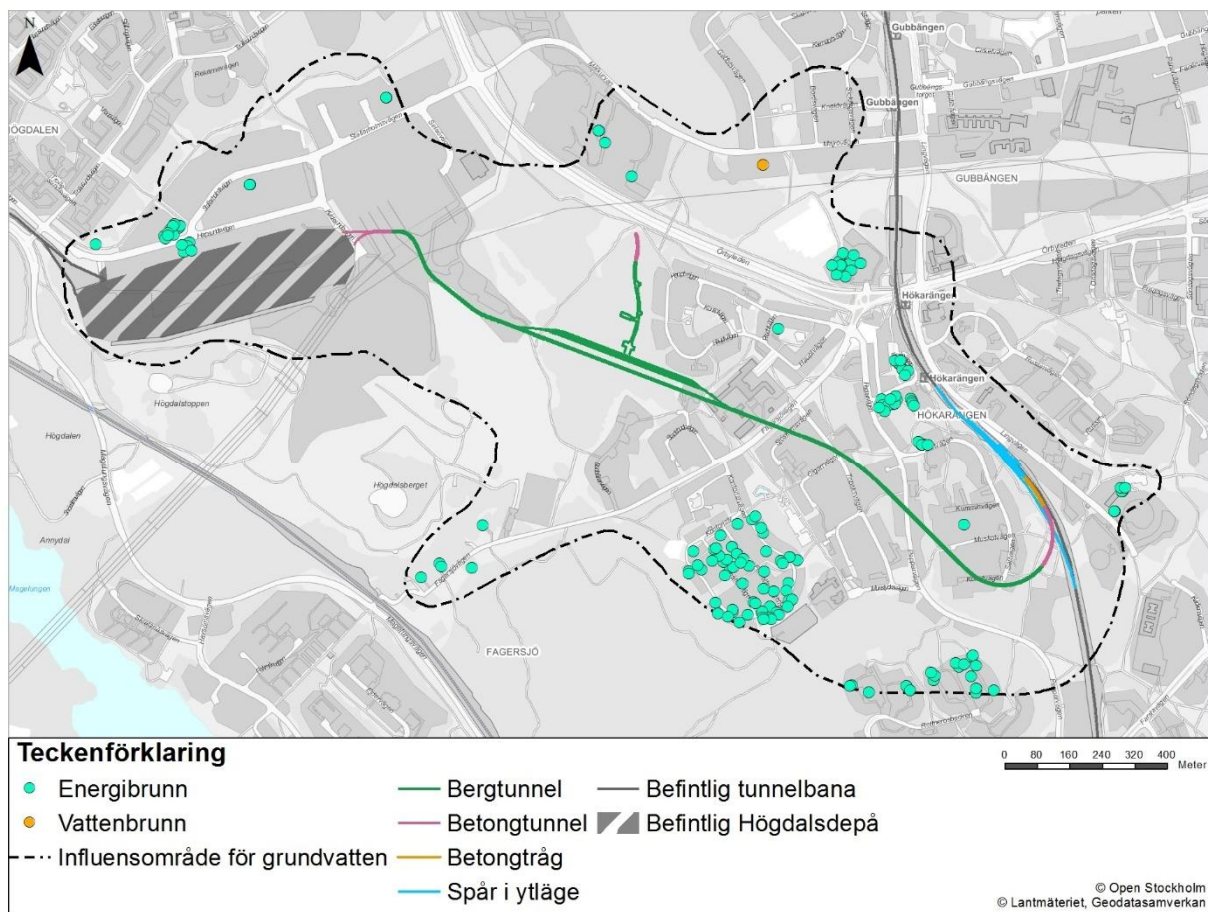
- **Låg känslighet:** Områden där grundvattnet endast har en teknisk funktion och inte används som naturresurs, exempelvis för dricksvatten, samt inom områden som inte är sättningskänsliga eller områden utan potentiella riskobjekt.
- **Måttlig känslighet:** Områden där grundvattnet endast har en teknisk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

7.5.2 Känsliga objekt/områden

Uppgifter om vattenbrunnar och bergvärmebrunnar har insamlats från SGU:s brunnarsarkiv samt från Stockholms stad. Inventeringen genomfördes i maj 2019. Totalt har cirka 200 brunnar identifierats inom influensområdet (se Figur 29) varav endast en energibrunn ligger inom 100 meter från planerad tunnelsträckning. Av alla brunnar som har identifierats inom influensområdet är samtliga energibrunnar utom en som är vattenbrunn.



Figur 29. Översikt av brunnar inom influensområdet.

7.5.3 Konsekvenser av nollalternativ

Nollalternativet innebär att det inte blir någon grundvattennivåsänkning i berg med anledning av depåutbyggnaden under bygg- och drifttiden. Ingen annan planerad grundvattenbortledning i djupa berganläggningar eller tunnlar finns i närheten av verksamheten, så nollalternativet bedöms inte ge några negativa konsekvenser.

7.5.4 Konsekvenser under bygg- och drifttid

Vid bedömning av konsekvenserna för anläggningar i berg har metodiken varit den samma som för konsekvenser för mark, byggnader och anläggningar i mark.

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

Inom influensområdet gäller generellt att där tunneldjupet är stort så blir trycksänkningen i djupt berg lokalt stor. Trycksänkningens utbredning i berget kring tunnelarna kommer sedan att minska

med ökande avstånd från tunnelcentrum. Trycksänkningen på ett visst avstånd från tunneln är beroende av de hydrogeologiska förhållanden som råder samt på hur väl tunneln tätats.

De beräknade trycksänkningarna i berg är inte detsamma som en avsänkning av vattennivån inne i en brunn. Det beror på att brunnen har kontakt med sprickor i berget på olika djup och att dessa sprickor kan vara mer eller mindre vattenförande. En beräknad trycksänkning i djupt berg indikerar bara att det identifierats att det skulle kunna uppkomma en trycksänkning i djupt berg. Under vissa speciella förutsättningar kan detta medföra en sänkning av vattennivån inne i en brunn vilket skulle vara en konsekvens av grundvattensänkning för vattenbrunnen.

Majoriteten av energibrunnarna medger en viss avsänkning utan att effektuttaget minskar nämnvärt. De flesta energibrunnar kommer således inte att påverkas av utbyggnaden, men vissa kan påverkas genom att enskilda sprickor i berget dräneras enligt resonemang ovan. Det är inte möjligt att i förhand förutse vilka brunnar som kommer att påverkas och hur mycket, men utgångspunkten är hanteringen enligt nedan kommer att hantera eventuella negativa konsekvenser för fastighetsägare med energibrunnar.

Risken för vattennivåsenkning som kan försämra effektutbyte i energibrunnar bedöms som liten och resulterar i små negativa effekter. Skadereglerande åtgärder kan vidtas om en energibrunn har fått en påverkan och konsekvensen bedöms betydande för energiuttaget. Den samlade bedömningen av konsekvenser för energibrunnar i berg är att dessa bedöms bli små negativa. Detta gäller under både bygg- och drifttid. Det bedöms inte uppstå några negativa konsekvenser för vattenbrunnen, då avståndet till tunneln är över 300 meter.

7.5.5 Skyddsåtgärder

Utöver de skyddsåtgärder som presenteras under avsnitt 7.4.6 kan det också bli aktuellt att för de energibrunnar längs med anläggningen som kan påverkas av sänkta vattennivåer utföra grundvattennivåmätningar.

Region Stockholm har formulerat nedanstående arbetsgång för hanteringen av energibrunnar som riskerar få en avsänkt vattennivå.

1. Region Stockholm kommer att utföra installationer i brunnarna för att möjliggöra mätningar.
2. Mätningarna utförs före tunnelbanans byggtid, under byggtiden och vid en eventuell påverkan även en tid efter byggtiden. För energibrunnar tas det inte fram några åtgärdsnivåer eftersom erfarenheter från tidigare tunnelbyggen visar att skyddsåtgärder som ökad tätning av tunneln eller infiltration av vatten i berg och jord sällan ger någon effekt på grundvattennivån i en enskild energibrunn.
3. Om en påverkan av brunnens vattennivåer har konstaterats genomförs åtgärder. Vilka eller vilken åtgärd som genomförs beslutas i samråd med respektive brunnsägare.

Följande alternativa åtgärder finns tillgängliga:

- Ekonomisk kompensation till brunnsägare.
- Fylla brunnen med sand för att få ett effektivare transportmedel av värme.
- Fördjupa brunnen.
- Borra en ny brunn.

Hanteringen ovan bedöms på ett effektivt sätt hantera eventuella negativa konsekvenser för energibrunnar som kan uppstå till följd av den ansökta verksamheten.

7.6 Konsekvenser av spridning av föroreningar i grundvatten

Konsekvenser av spridning av föroreningar i grundvatten:

Konsekvenser av spridning av föroreningar i grundvatten innefattar bland annat mobilisering av föroreningar i mark och grundvatten liksom spridning och exponering av förorenat grundvatten.

Då endast tre stycken potentiellt förorenade platser klassas som hög eller mellanrisk, liksom att ingen spridning av förorenat grundvatten bedöms ske till opåverkade områden, bedöms inga negativa konsekvenser till följd av föroreningsspridning till grundvatten uppstå.

7.6.1 Bedömningsgrund

Nedanstående bedömningsskala används för bedömning av konsekvenser avseende spridning av föroreningar i grundvatten. Till stor del är skalan densamma som för bedömningsskalan avseende 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 negativ 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.

För att hantera och särskilja alla områden enligt MIFO (Metodik för inventering av förorenade områden) framtagen av Naturvårdsverket har områdena klassats med avseende på risk för spridning av föroreningar på sådant sätt att det kan påverka vattenkvaliteten på länshållningsvattnet under byggtiden och/eller dränvattnet under drifttid.

Klassningen baseras på följande parametrar:

- Prioritering av förorening med avseende på mobilitet i mark.
- Lokalisering av förorening i jord, avstånd till anläggning från potentiellt förorenat område.
- Potential för spridning av förorening till grundvattnet.
- Förorening i övre magasin utan kontakt med planerade anläggningar, avstånd till anläggning från potentiellt förorenat område.
- Förorening i övre magasin med kontakt med planerade anläggning, avstånd till anläggning från potentiellt förorenat område.
- Förorening i undre magasin, avstånd till anläggning från potentiellt förorenat område.
- Förorening i grundvatten i berg, avstånd till anläggning från potentiellt förorenat område.

7.6.2 Konsekvenser av nollalternativ

Nollalternativet medför ingen grundvattensänkning och därmed inte några negativa konsekvenser med hänsyn till föroreningar i grundvatten. Ingen annan planerad grundvattenbortledning i djupa berganläggningar eller tunnlar finns i närheten av verksamheten. I nollalternativet uppkommer ingen ökad spridningsrisk för föroreningar och inte heller sker någon hantering av förorenad jord.

7.6.3 Konsekvenser under bygg- och drifttid

Som tillägg till metodiken som beskrivs under avsnitt 7.4.4 har en övergripande inventering av potentiellt förorenade områden har gjorts baserat på länsstyrelsens MIFO-databas (Metodik för inventering av förorenade områden). Genomgång har även gjorts av resultat från tidigare miljöundersökningar från enskilda objekt eller fastigheter där föroreningen bedömts ha potential att påverka vattenkvaliteten i grundvattnet. Dessutom har provtagning av jordlager och grundvatten utförts med avseende på föroreningar.

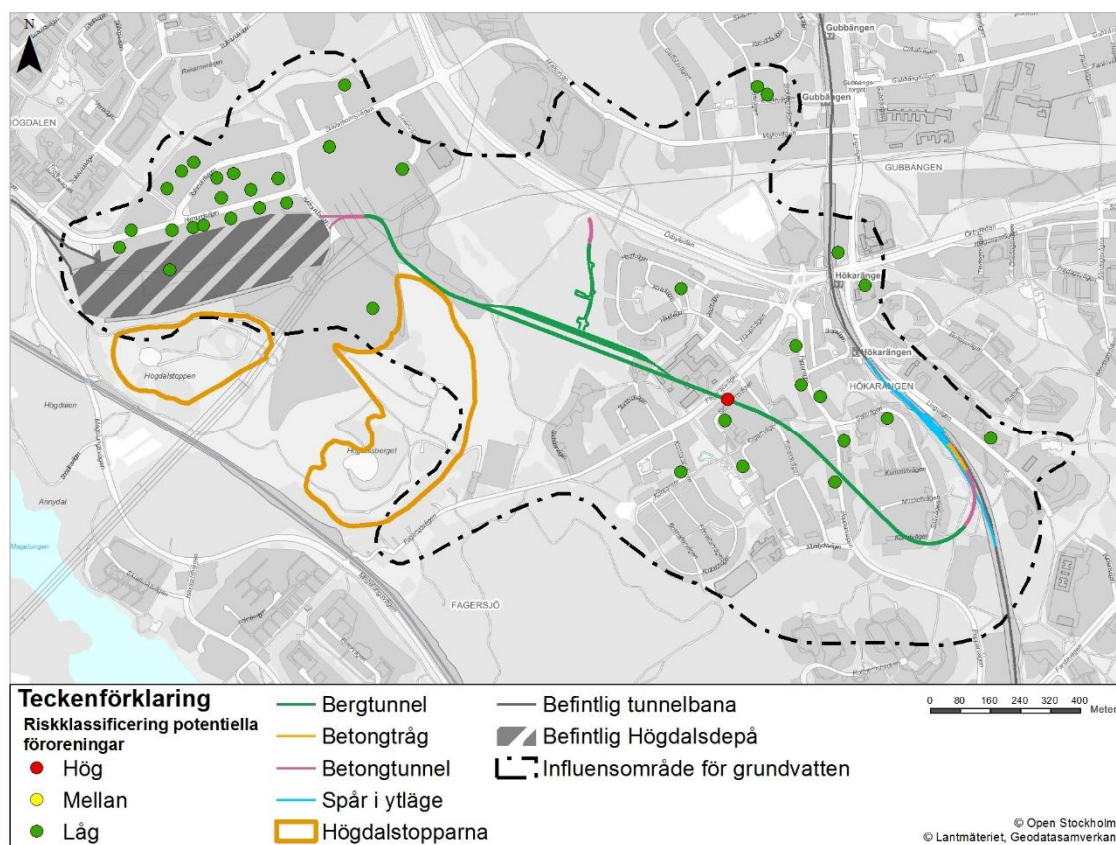
En grundvattennivåsänkning kan medföra att föroreningar sprids med grundvattnet. Dels kan redan förorenat grundvatten spridas till andra områden, dels kan en ändrad grundvattennivå och grundvattenströmning innebära att utlakningen av föroreningar ökar. Vilka konsekvenser detta

kan få beror på föroreningens typ och omfattning. Det kan även föreligga risk att föroreningar förflyttar sig till icke förorenade områden.

Negativa effekter som kan uppkomma i anslutning till dessa områden på grund av den planerade sträckningen är dels att inläckande grundvatten för med sig föroreningar och påverkar vattenkvaliteten i det avledda vattnet. Vidare finns risk att ändrade grundvattenförhållanden kring tunneln påverkar eller mobiliserar föroreningar i mark och grundvatten.

I aktuellt område bedöms föroreningskällor punktvis kunna finnas i fyllnadsmassor. Potentiella källor är främst föroreningar i fyllningsmassor samt eventuella rester från verksamheter på platsen som hanterat, lagrat eller grävt ner olika typer av material.

Inom influensområdet finns ett fyrtiotal potentiellt förorenade områden upptagna i MIFO-databasen. Baserat på det sammanvägda riskvärdet inom dessa områden har de i PM Hydrogeologi delats in i tre riskklasser, hög risk, mellanrisk och låg risk, där risk avser risk för spridning på sådant sätt att det kan påverka vattenkvaliteten på länshållningsvattnet under byggtiden och/eller dränvatten under drifttiden, se Figur 30. Klassningen har baserats på parametrar enligt punktlistan ovan. En sammanvägning av dessa parametrar är summan av risk för föroreningsproblem i jord och risk för föroreningsspridning i grundvattnet till anläggningen. Ett objekt förs till klassen hög risk för att vattenkvaliteten i dränvattnet påverkas.



Figur 30. Riskklassificering för spridningsrisk från potentiellt förorenade områden.

Störst föroreningspåverkan på grundvatten bedöms kunna uppstå genom spridning från det gamla deponiområdet Högdalstopparna. Högdalstopparna utgör på grund av sin höga höjd en naturlig ytvattendelare, och vatten som infiltreras via nederbörd perkolerar ned genom fyllnadsmassorna och bildar lakvatten. Föroreningsspridning bedöms vara som störst med det ytliga grundvattnet. Från deponiområdet finns dock viss risk att föroreningar kan transporteras i de djupare

grundvattenlagren om det förekommer mycket sprickbildningar i underliggande berg. Inga uppgifter finns huruvida sluttäckning av deponierna har skett och i vilken omfattning. Då strömningsriktningen bedöms ske i nordostlig till nordvästlig riktning från Högdalstopparna, alltså mot den planerade anläggningen, kommer inte en eventuell påverkan på trycknivåerna på grund av dränering till planerad anläggning att förändra strömningsriktningen. Föroreningen kommer därför inte att sprida sig till ett tidigare opåverkat område. Påverkan på föroreningstransport och föroreningshalter i grundvattenmagasinen i jord på grund av en avsänkning kring bergtunneln bedöms därmed som begränsad.

Inom Hökarängens centrum finns ett undersökt område med kemptvättar. Undersökningarna visar på låga halter utan risk för betydande påverkan på omgivningen.

Under byggtiden finns det risk för att spridning och exponering av förorenat grundvatten temporärt ökar. En potentiell spridning av förorenat grundvatten till anläggningen, och därmed omgivningen, under framför allt drifttiden kommer att ske långsamt genom jord- och bergprofilen, samtidigt som en stor utspädning av annat tillrinnande grundvatten sker. Den föroreningshalt som eventuellt når tunneln kommer således att vara relativt låg. Ytterligare spädning kommer att ske i tunneln av annat inläckande grundvatten innan dränvattnet når pumpgrop och VA-station. Planerade schaktarbeten bedöms inte påverka de områden i jord där förhöjda halter av PAH samt vissa metaller påträffats i anslutning till Högdalstopparna.

Då ingen spridning av förorenat grundvatten bedöms ske till opåverkade områden under varken bygg- eller drifttiden och på grund av utspädningseffekten bedöms konsekvenserna av spridning av föroreningar på människors hälsa och naturmiljö generellt som obefintliga. Detta då den planerade markanvändningen bedöms likna Naturvårdsverkets generella scenario för mindre känslig markanvändning, MKM.

Inga negativa konsekvenser till följd av föroreningsspridning till grundvatten bedöms uppstå, då endast en potentiellt förorenad plats klassas som hög risk, en grafisk industri mellan Fagersjövägen och Sjöskumsvägen. Vidare bedöms ingen spridning av förorenat grundvatten ske till opåverkade områden.

7.7 Konsekvenser för naturmiljö – grundvattenpåverkan

Konsekvenser naturmiljö:

Träd och övrig vegetation använder framförallt markvatten, varför påverkan på grundvattennivån sällan har betydelse. Träd med grövre rotsystem kan dock påverkas negativt av en avsänkning av grundvattenytan i det övre magasinet vid öppna schakt under byggtiden. Träden kan få en försämrad tillväxt under de växtsäsonger som byggtiden pågår då grundvattenytan relativt snabbt kan sänkas av.

Konsekvenserna för naturmiljö till följd av grundvattenpåverkan bedöms vara små negativa och övergående.

7.7.1 Bedömningsskala

Bedömningsskalan med avseende på grundvattenpåverkan på naturmiljö anges nedan.

Bedömningsskala värden

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

Bedömningsskala effekter

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

7.7.2 Konsekvenser av nollalternativ

Nollalternativet innebär att det inte blir någon påverkan på naturmiljö på grund av en sänkning av grundvattennivå med anledning av depåutbyggnad i vare sig berg eller jord. Ingen annan grundvattennivåsänkande verksamhet uppstår i nollalternativet. Konsekvenserna av nollalternativet med avseende på naturmiljö, på grund av en grundvattenbortledning, bedöms därmed som obefintliga.

7.7.3 Konsekvenser under bygg- och drifttid

Initialt samlades den befintliga informationen om grönstruktur och naturvärden inom utredningsområdet in. Information togs från Regional Utvecklingsplan för Stockholmsregionen (RUF), Stockholms stads utpekade ESBO-områden (Ekologiskt Särskilt Betydelsefulla Områden), habitatnätverk för Stockholms fokusartgrupper, samt Stockholms Stads analys av ekologisk kvalitet och funktionalitet på landskapsskala. Därutöver har artfynd från artportalen och underlagskartor från exempelvis länsstyrelsens webgis använts inför specifika inventeringar i området.

I området har det genomförts ett flertal naturvärdesinventeringar vilka utgått från en standardiserad metod SS 19000:2014 (SIS 2014a och b). Metoden omfattar en allmän inventering av bakgrundsinformation, fältbesök och en systematisk bedömning av naturvärden.

Naturmiljön i Gökdalens våtmark och den intilliggande fuktlövskogen är värdefulla naturmiljöer, områden med naturvärdesklass 3, som är viktiga för närområdet. Projektet har anpassats så att inga arbeten kommer att genomföras i eller precis intill Gökdalens våtmark eller i närliggande sumpskog i norr. Gökdalen är belägen 70 meter från tunnellen och den hydrauliska kontakten med undre magasin bedöms vara begränsad på grund av tätande lerlager. Vattennivån i Gökdalen bedöms därmed inte påverkas vid grundvattennivåsänkning. Ingen negativ påverkan bedöms heller uppstå för de mindre våtmarksområdena som finns ovanför uppställningshallen då inte heller dessa bedöms vara grundvattenberoende.

Inga negativa konsekvenser på naturmiljövärden, som har inventerats för projektet och redovisas närmare i avsnitt 4.5, bedöms uppstå till följd av grundvattennivåsänkningar. Träd och markvegetation utnyttjar främst markvatten. Då växterna utnyttjar markvattnet inverkar de även på grundvattenbildningen och avrinningen till vattendrag. Vid perioder då marken är väldigt torr sugs nästan all nederbörd upp av växtlighet och väldigt lite bildar grundvatten eller avrinning. Växter med rötter som når ner djupt ner i jordprofilen, där grundvattenytan ligger ytligt så att rötterna kan nå kapillärt stigande vatten (kapillärvattenzonen), kan påverkas av en avsänkning av grundvattenytans läge. Sker avsänkningen hastigt och i kombination med en torrperiod kan växtligheten bli extra känslig. Fleråriga växter anpassar sig vanligen till nya förhållanden inom någon eller några växtsäsonger.

Under byggtiden kan påverkan på naturmiljön uppstå i samband med tunnelpåslag, etablerings- ytor och schakt. Växttillgängligt vatten i övre grundvattenmagasin i direkt anslutning till dessa anläggningar kan då tillfälligt påverkas. Med övre grundvattenmagasin menas i dessa lägen artificiella grundvattenmagasin som har bildats i en fyllnadsjord.

En potentiell grundvattenbortledning i övre grundvattenmagasin under byggtiden bedöms ge små negativa konsekvenser på naturmiljön. Träden kan få en försämrad tillväxt under de växtsäsonger som byggtiden pågår då grundvattenytan relativt snabbt kan sänkas av. Kombinerat med ett torrår blir träden extra känsliga, men kommer fortfarande att utnyttja markvattnet ovanför kapillärvattenzonen. Under drifttiden kommer grundvattennivån i övre magasin att återhämta sig och inga negativa konsekvenser för trädbestånden bedöms kvarstå. Sker återhämtningen av grundvattennivån hastigt kan träd som anpassat sig till torrare förhållandena under byggtiden skadas genom att rötterna rutnar.

Någon påverkan på ekosystemtjänsten upplevelsevärde av naturmiljö förväntas inte.

Sammantaget bedöms konsekvenserna för naturmiljö som en följd av en grundvattenavsänkning vara små negativa och övergående.

7.8 Konsekvenser för kulturmiljö – grundvattenpåverkan

Konsekvenser kulturmiljö, byggnader:

Konsekvenser som kan uppstå på grund av en grundvattennivåsänkning på kulturhistoriska byggnader innefattar sprickbildning till följd av marksättningar.

Med åtgärder så som tätspons vid schakter, injektering av bergtunneln samt eventuell skyddsinfiltration bedöms det inte uppstå några negativa konsekvenser för kulturmiljö och kulturhistoriskt värdefulla byggnader, vare sig under bygg- eller drifttid.

7.8.1 Bedömningsskala

Bedömningsskalan med avseende på kulturmiljö anges nedan.

Bedömningsskala värden

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

Bedömningsskala effekter

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

7.8.2 Känsliga objekt/områden

Figur 16 visar kulturhistoriskt värdefulla byggnader inom influensområdet för grundvatten och i Figur 28 i kapitel 7.4 visas grundvattenkänsliga objekt.

Det finns ett antal byggnader med okänd grundläggning inom influensområdet. Ett fåtal av dessa har tilldelats grön klass, vilket betyder att byggnaden är särskilt värdefull. De två byggnader inom influensområdet som har tilldelats blå klass, vilket är fastigheter med bebyggelse av synnerligen högt kulturhistoriskt värde, har inte grundvattenkänslig grundläggning.

Samtliga fastigheter belägna inom sättningskänsliga lerområden betraktas som potentiellt känsliga för grundvattennivåsänkning, då exempelvis ledningar, komplementbyggnader och innergårdar kan vara känsliga trots att huvudbyggnaden är fast grundlagd. Generellt bedöms lerjordarna inom influensområdet ha låg sättningsbenägenhet. Inom vissa delar av grundvattenmagasin Gubbängen västra finns lera med viss sättningsrisk.

Vid bedömning av en fastighets känslighet för grundvattenpåverkan görs ingen åtskillnad mellan byggnader som är kulturhistoriskt värdefulla och övriga byggnader och skyddsåtgärder kommer att vidtas utifrån förutsättningar (känslig grundläggning, lersvackor, värden inom byggnaderna med mera).

7.8.3 Konsekvenser av nollalternativ

Inga negativa konsekvenser bedöms uppstå ur kulturmiljöhänseende i ett nollalternativ, då ingen grundvattennivåsänkning sker i nollalternativet. Ingen annan planerad grundvattenbortledning i djupa berganläggningar eller tunnlar finns i närheten av verksamheten, så nollalternativet bedöms inte ge några negativa konsekvenser.

7.8.4 Konsekvenser under bygg- och drifttid

Vid bedömning av konsekvenserna för kulturmiljö har metodiken varit den samma som för konsekvenser för mark, byggnader och anläggningar i mark med tillägget nedan rörande identifieringen av känsliga objekt.

Byggandet av anläggningen kan påverka grundvattennivåer i området, vilket indirekt kan påverka kulturhistoriskt värdefull bebyggelse. Inom influensområdet för grundvatten finns ett fåtal kulturhistoriskt värdefulla byggnader med potentiellt grundvattenkänslig grundläggning. Den påverkan som bedöms kunna uppstå på kulturhistoriskt värdefulla byggnader är sättningsskador till följd av grundvattennivåsänkning. En sänkt grundvattenyta kan medföra att kulturhistoriskt viktiga byggnader, som grundlagts på träpålar eller innehåller andra byggdelar med trä, kan utsättas för en ökad nedbrytning av trämaterialiet. De flesta byggnader i området är grundlagda på berg vilket innebär en lägre risk för skador.

De två blåklassade byggnaderna har inte grundvattenkänslig grundläggning och således kommer dessa ej att påverkas negativt av en grundvattennivåsänkning. Den fornlämning som finns inom influensområdet för grundvatten bedöms inte heller påverkas av grundvattennivåsänkningar. Detta då fornlämningen ligger ovanför grundvattennivån och således inte är beroende av en vattenmättad miljö.

Utan åtgärder kan det inte uteslutas att någon eller några av de andra kulturhistoriskt värdefulla byggnaderna med grundvattenkänslig grundläggning, till exempel Sjöskumspipan 4, kan få skador som kan medföra permanenta negativa konsekvenser, i form av minskat kulturhistoriskt värde. Skador orsakade av sänkning av grundvattennivån uppkommer generellt långsamt. Med skyddsåtgärder kan negativa konsekvenser undvikas. För att motverka risk för grundvattennivåsänkning kommer tätning av tunneln att utföras. Vid risk för en permanent skadlig grundvattensänkning längs anläggningen kan skyddsinfiltration av vatten tillämpas för att upprätthålla grundvattennivåerna.

Projektet bedöms inte medföra någon påverkan på kända forn- eller kulturmiljölämningar om planerade skyddsåtgärder genomförs.

Sammantaget bedöms det inte uppstå några negativa konsekvenser för forn- och kulturmiljölämningar samt kulturhistoriskt värdefull bebyggelse, vare sig under bygg- eller drifttid, inberäknat åtgärder. Detta på grund av att negativa konsekvenser av öppna schakt minimeras med spont och injektering samt konsekvenser av bergtunnlar minimeras med skyddsinfiltration.

7.9 Konsekvenser för vattenmiljö – utsläpp av vatten

Konsekvenser av utsläpp av vatten:

Under byggtiden kommer länshållningsvatten från schakter och tunneldrivning för utbyggnad av Högdalsdepån pumpas till spillvattennätet och vidare till reningsverk.

Under drifttiden kommer Region Stockholm genom kontrollprogram och rening i en VA-station säkerställa att inget förorenat dränvatten når ut till recipienten Drevviken och därmed påverkas inte recipientens möjlighet att uppnå miljökvalitetsnormerna. Det bortledda dränvattnet under drifttiden förväntas huvudsakligen bestå av, och ha samma kvalitet, som grundvatten. Därför bedöms det heller inte vara troligt att depåutbyggnaden medför sådan påverkan att statusen för något av de prioriterade ämnen som ligger till grund för den kemiska statusen, inte ens tillfälligt, försämrats över en klassgräns. Inte heller den ekologiska statusen eller statusen på dess underliggande kvalitetsfaktorer bedöms påverkas negativt av depåutbyggnaden.

7.9.1 Bedömningsskala

Bedömningsskalan med avseende på utsläpp av vatten och dess konsekvenser på naturmiljön anges nedan.

Bedömningsskala värden

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

7.9.2 Konsekvenser av nollalternativ

Nollalternativet innebär att det inte blir någon påverkan på naturmiljö på grund av utsläpp av vatten från depåutbyggnad. Ingen annan planerad grundvattenbortledning, varken tillstånd- eller icke tillståndsgivna, finns i närheten av verksamheten. Därmed bedöms nollalternativet, med avseende på utsläpp av vatten, inte ge några negativa konsekvenser. Däremot belastas Drevviken redan idag med dagvatten och det krävs vidtagande av åtgärder för att uppnå god status i förekomsten.

7.9.3 Konsekvenser under bygg- och drifttid

Samtliga beräkningar av påverkan på miljökvalitetsnormerna för vatten är gjorda utifrån att ingen rening av vattnet sker, för att kunna bedöma vilken typ reningsanläggning som krävs. Beräkningarna utgår också från driftskedet, eftersom länshållningsvattnet under byggnadsskedet kommer ledas till Henriksdals reningsverk.

Drevvikens föroreningshalter hämtades från SLU's databas. Beräkningarna av halterna i Drevviken genomfördes genom att räkna ut mängder av föroreningar i dräneringsvattnet och i Drevviken, genom att multiplicera halterna med respektive flöde. Mängderna adderades och dividerades sedan med den totala volymen (dräneringsvattnet + sjövolym + Drevvikens flöde).

Gränsvärdena för koppar, zink, nickel och bly anges i biotillgängliga halter. Därför användes verktyget Bio-met (ver. 3,04) för beräkning av biotillgängliga halter i Drevviken enligt anvisningar i Havs- och vattenmyndighetens vägledning för klassificering av miljögifter i vatten (Havs- och vattenmyndighetens rapport 2016:26). Gränsvärdet för kadmium beror av vattnets hårdhet, men då data saknades över detta användes det lägsta gränsvärdet enligt försiktighetsprincipen.

Stockholm Vatten och Avfall har riktlinjer för hur vatten från byggarbetsplatser ska hanteras. Vart vatten kan ledas beror på föroreningsinnehåll och förutsättningar på platsen. Normalt sker olje-

och slamavskiljning på plats. Innehåller vattnet höga kvävehalter förs det därefter normalt via spillvattennätet till ett reningsverk.

Under byggtiden kommer länshållningsvatten att släppas på spillvattennätet och vidare till reningsverk (Henriksdal) på grund av framför allt förhöjda kvävehalter. En hantering av vattnet, med i första hand sedimentation och oljeavskiljning, kommer att ske lokalt före pumpning till spillvattenledning. Även flödesmätning kommer att utföras på det bortpumpade vattnet.

Då allt kvävebelastat vatten, efter lokal rening, kommer att pumpas till spillvattennätet under byggtiden samt renas i reningsverk, bedöms inga negativa miljökonsekvenser för recipient uppstå. För att säkerställa vattenkvaliteten kommer vattenprover att tas kontinuerligt enligt kontrollprogram redovisat i kapitel 12.

Under drifttiden kommer inläckande vatten till tunnarna samt tillkommande spolvatten renas i VA-stationen och pumpas till det lokala dagvattennätet och vidare till Drevviken. Flöden och vattenprovtagning under drifttiden kommer att följas upp i enlighet med kontrollprogram som tas fram i samråd med tillsynsmyndigheterna (länsstyrelsen och kommunen). Dränvattnet kan även utnyttjas, i samråd med tillsynsmyndigheterna, vid närbelägna infiltrationsanläggningar där detta anses praktiskt genomförbart.

En ytvattenförekomst ekologiska status berörs i första hand vid direkta ingrepp i vattenmiljön såsom muddring, sprängning i vatten eller anläggning av dammar. Utbyggnaden av Högdalsdepån medför ingen påverkan av den karaktären, varför varken den ekologiska statusen eller statusen på dess underliggande kvalitetsfaktorer, inte ens tillfälligt, bedöms påverkas av depåutbyggnaden.

Det bortledda dränvattnet förväntas huvudsakligen bestå av och ha samma kvalitet som grundvatten. Därför bedöms det heller inte vara troligt att depåutbyggnaden medför sådan påverkan att statusen för något av de prioriterade ämnen som ligger till grund för den kemiska statusen försämrats över en klassgräns. Om detta inte uppfylls kommer reningsfunktionen i VA-stationen att ses över. Region Stockholm kommer genom kontrollprogrammet och vidtagna åtgärder säkerställa att inget förorenat vatten som når ut till recipient riskerar att försämrade möjligheten att uppnå MKN för Drevviken. Se vidare i Bilaga B5 PM Miljö kvalitetsnormer för ytvatten.

Någon påverkan på ekosystemtjänsten fördröjning av regnvatten förväntas inte.

8 Övriga miljökonsekvenser under byggtiden

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

8.1 Buller och stomljud

Buller

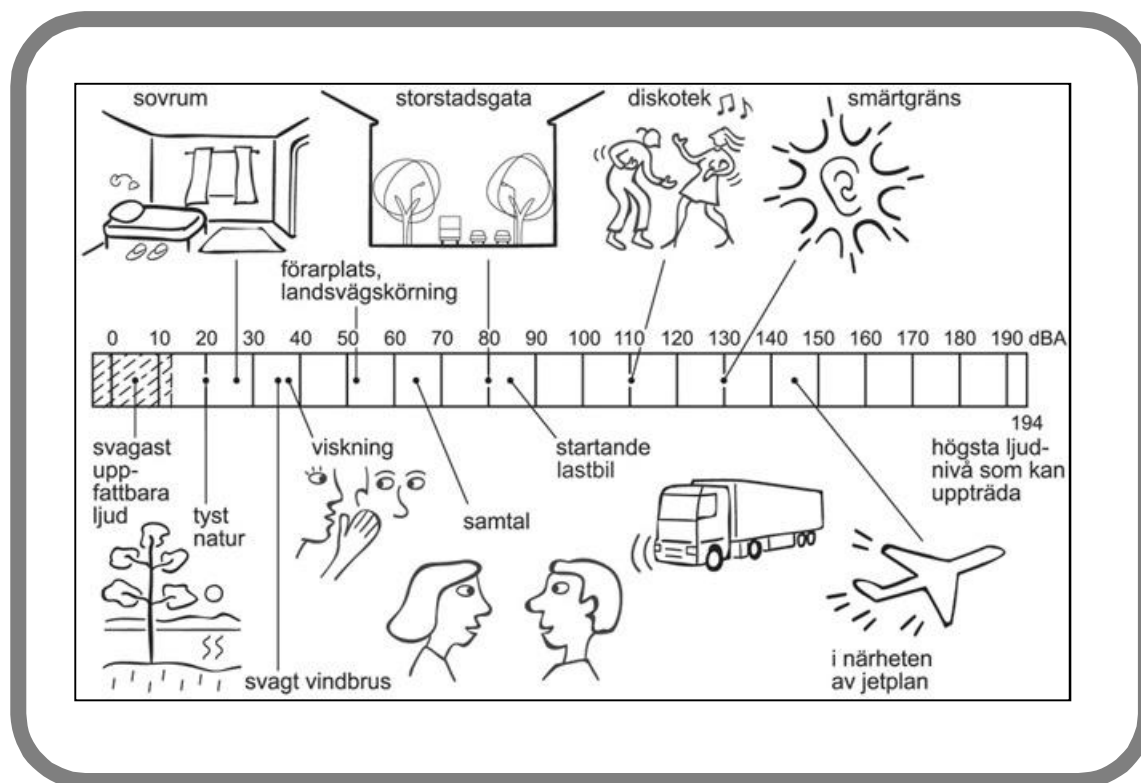
- Tunneldrivning i den aktuella omfattningen kommer att påverka många människor genom bland annat bullerstörning. Bergbörning i samband med tunneldrivning bedöms vara det arbetsmoment som ger upphov till störst störning genom långvariga och relativt starka borrljud.
- En rad skyddsåtgärder och andra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

8.1.1 Allmänt om buller

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

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

För att ge en uppfattning om vad olika ljudnivåer innebär ges exempel i Figur 31 på ljudnivåer i olika miljöer och verksamheter.



Figur 31. Illustration av ljudnivåer (Boverket).

Med luftburet ljud avses buller från exempelvis vägtrafik eller en byggarbetsplats som sprids via luften till omgivningen, och även in i närliggande byggnader. När det gäller byggbuller beräknas den ekvivalenta ljudnivån för den tid under vilken verksamheten pågår, till exempel under en sekvens/cykel för byggaktiviteter med intermitterant buller, såsom pålning, spontning eller borring. Åtgärder för att dämpa luftburet buller har bäst effekt om de görs vid källan. Det kan exempelvis vara att byta ut en bullrande maskin mot en 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.

Med stomljud avses ljud som sprids genom fast material över till luft.

8.1.2 Bedömningsskala

Bedömningsskala känslighet

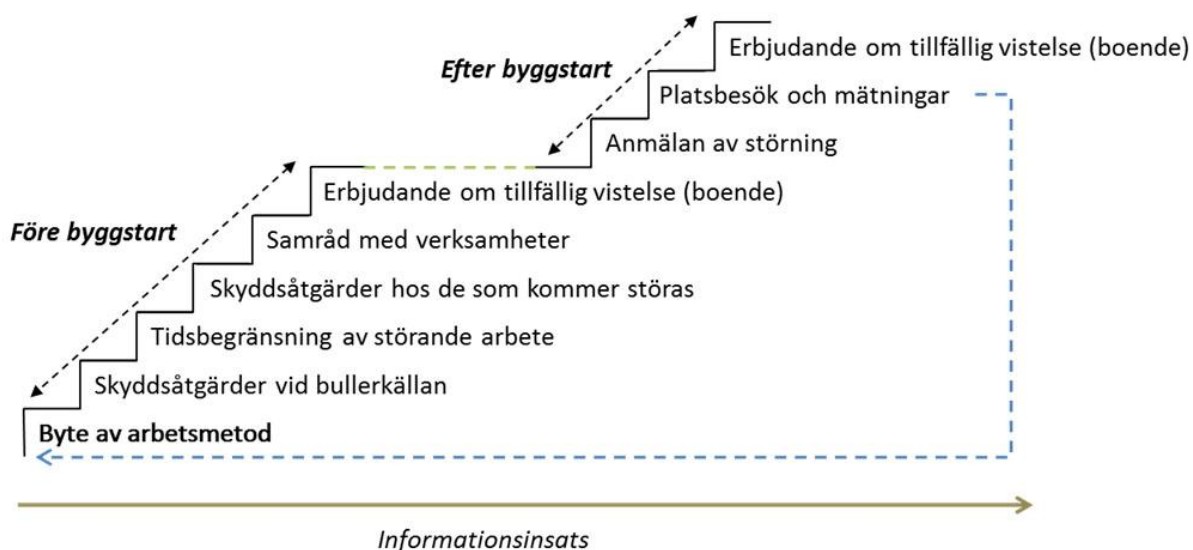
- **Låg känslighet:** Områden med få bosatta. Vårdlokaler, skolor och förskolor och annan känslig verksamhet förekommer inte.
- **Måttlig känslighet:** Områden med bostadsbebyggelse med en medelstor mängd bosatta. Vårdlokaler, skolor och förskolor och annan känslig verksamhet förekommer i begränsad utsträckning.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

Bedömningsskala effekter

I nedanstående skala används begreppen låga och höga nivåer samt kort och lång tid. Det går inte att generellt säga vad som är en låg/hög nivå respektive kort/lång tid. Det beror på person, miljö och situation. Som exempel kan nämnas att vid maximala ljudnivåer på 45 dB(A) kan människor ha svårt att somna liksom de blir väckta. 45 dB(A) i ett sovrum kan därför i de flesta fall betraktas som en hög nivå. Med kortare tid kan i många fall vara upp till en till två veckor medan mer än två månader i många fall kan betraktas som lång tid. Bedömningar behöver emellertid göras och motivering beskrivas från fall till fall.

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

8.1.3 Hantering av risker för bullerstörningar



Figur 32. Störningstrappan visar hur Region Stockholm kommer att hantera bullerstörningar.

Hantering av bullerstörningarna kommer i första hand att ske genom att vidta åtgärderna i trappans understa del, se Figur 32.

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

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

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. Så kommer att ske när störningsbegränsande åtgärder inte kan anses tekniskt möjliga eller ekonomiskt rimliga. Boende som förväntas bli utsatta för sådana bullernivåer under en längre period kommer att erbjudas tillfällig vistelse. Erbjudandet skickas till berörda i god tid innan arbetet påbörjas med information om förväntade bullernivåer och arbetenas varaktighet.

Naturvårdsverkets riktlinjer för byggbuller redovisas i Tabell 3.

Tabell 3. Riktlinjer för byggbuller inomhus enligt Naturvårdsverket, NFS 2004:15.

Område	Helgfri måndag – fredag		Lördag, söndag och helgdag		Samtliga dagar	
	Dag 07 – 19 LAeq	Kväll 19 – 22 LAeq	Dag 07 – 19 LAeq	Kväll 19 – 22 LAeq	Natt 22 – 07 LAeq	Natt 22 – 07 L _{Amax}
Bostäder för permanent boende och fritidshus						
Utomhus (vid fasad)	60 dB(A)	50 dB(A)	50 dB(A)	45 dB(A)	45 dB(A)	70 dB(A)
Inomhus (bostadsrum)	45 dB(A)	35 dB(A)	35 dB(A)	30 dB(A)	30 dB(A)	45 dB(A)
Vårdlokaler						
Utomhus (vid fasad)	60 dB(A)	50 dB(A)	50 dB(A)	45 dB(A)	45 dB(A)	-
Inomhus	45 dB(A)	35 dB(A)	35 dB(A)	30 dB(A)	30 dB(A)	45 dB(A)
Undervisningslokaler						
Utomhus (vid fasad)	60 dB(A)	-	-	-	-	-
Inomhus	40 dB(A)	-	-	-	-	-
Arbetslokaler för tyst verksamhet*						
Utomhus (vid fasad)	70 dB(A)	-	-	-	-	-
Inomhus	45 dB(A)	-	-	-	-	-

* Med arbetslokaler menas lokaler för ej bullrande verksamhet med krav på stadigvarande koncentration eller behov att kunna föra samtal obesvärat, exempelvis kontor.

I Naturvårdsverkets skrift framgår även följande:

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

8.1.4 Konsekvenser nollalternativ

Nollalternativet innebär att det inte sker någon depåutbyggnad i detta område och därmed uppkommer inget byggbuller från denna.

8.1.5 Konsekvenser under byggtiden

Vid bedömning av konsekvenser har bullerpåverkan från arbets- och etableringsområden jämförts med riktvärden för buller från byggplatser (NFS 2004:15) medan byggtrafik på allmän väg bedöms som trafikbuller.

Beräkningar av byggbuller har utförts med hjälp av beräkningsprogrammet SoundPLAN version 8.0, update 2019-02-21, Nordisk beräkningsmetod (DAL32). Terrängmodellen i beräkningarna är höjdsatt. Höjdpunkterna kommer från laserdata. Beräknade ljudnivåer vid fasad avser frifältsnivåer, det vill säga ljudnivå utan inverkan av ljudreflex från egen fasad. I beräkningar är 2 ljudreflexer i andra byggnaders fasader medräknade.

Ljudnivåer är beräknade på 2 meters höjd över mark och är uppbyggda av beräkningspunkter var tionde meter. Ljudnivåer vid fasad är beräknade vid 4 meter över mark. För uppskattning av inomhusljudnivåer har 30 dBA fasadisolering antagits. För lastbilstrafik har 25 dBA fasadisolering antagits, se vidare i PM Stomljud och buller, byggskede.

Beräkningarna för stomljud ger resultatet för bottenvåning för byggnader utan källare grundlagda på berg. Detta är ett så kallat värsta fall, vilket innebär att lägre stomljudsnivåer än de här redovisade erhålls om husen har annan undergrund eller källare, samt att stomljudsnivån förväntas avta med ca 2 dB per våningsplan uppåt i en byggnad.

Byggtransporter inom etableringsområden och från arbetstunnelns mynning kommer att generera buller.

Inom etableringsområdet väster om depåområdet planeras inga bulleralstrande arbeten. Således bedöms inga negativa konsekvenser avseende luftburet buller att uppstå vid detta område. Inom befintlig Högdalsdepå kommer det schaktas i jord vilket kommer medföra buller. Vid arbetstunneln kan schaktning och bergborrning medföra buller medan vid anslutningen till högdalsdepåns påslag och anslutning till Farstagrenen kommer spontning, schaktning och bergborrning utgöra bulleralstrande moment.

Byggmoment från ovanmarksarbeten, exempelvis sprängning, spontning och borrning, medför luftburet byggbuller som kan orsaka störningar. Ett annat moment som kan skapa mycket höga ljudnivåer är då grävmaskinerna lastar sprängsten på lastbilsflak, se Figur 33 för beräknade ekvivalenta nivåer av luftburet bygg- och trafikbuller som uppstår under byggtiden.

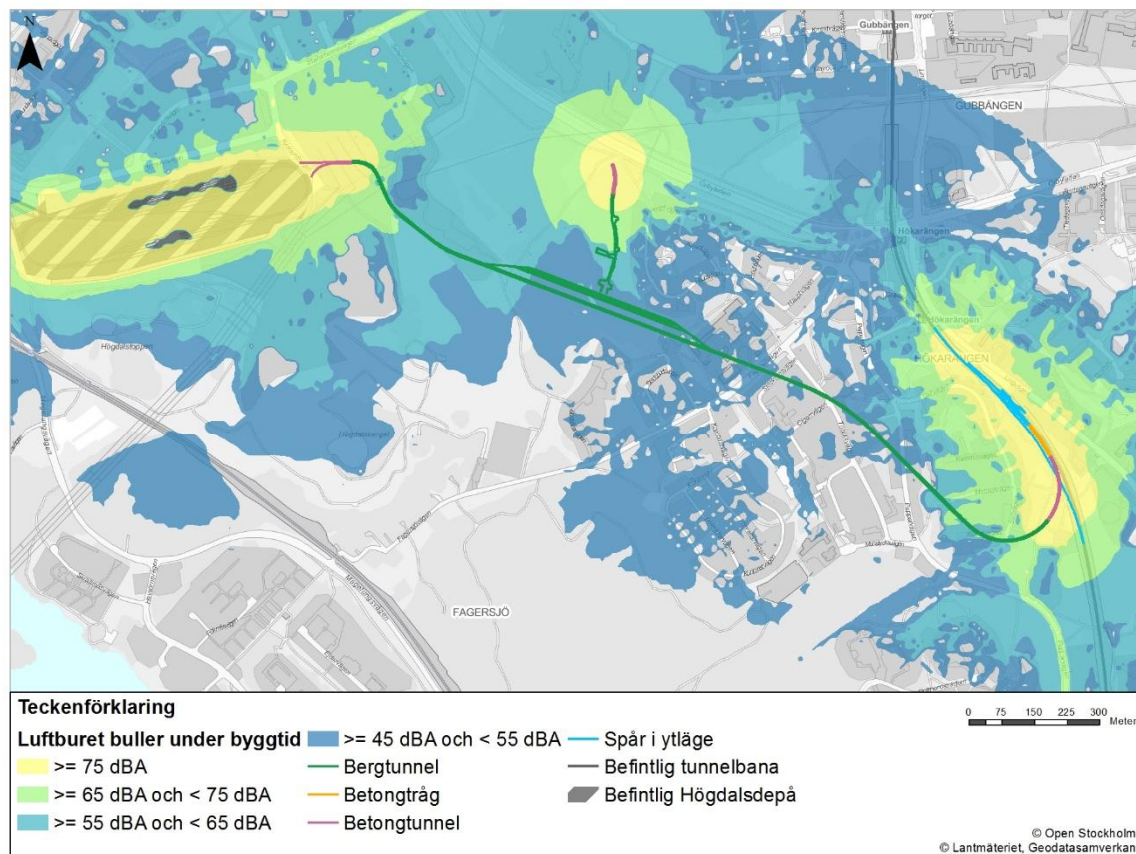
Med en hög bullerskärm i arbetsområdenas ytterkanter kan en viss skärmande effekt för kringliggande byggnaders bottenvåning erhållas. Hur stor den skärmande effekten är beror på var källan befinner sig. För arbetsmoment en bit in på området har skärmen i stort sett ingen inverkan. När entreprenadmaskinerna är skärmade bakom spont, skärmar och dylikt minskar ljudnivåerna med cirka 5-10 dB(A). En skärm dämpar bullernivåerna för de nedre våningsplanen men inte de övre våningsplanen i flerbostadshus.

Nedan redovisas byggbullerberäkningar för de olika arbetsområdena. Illustrationerna visar hur luftburet buller sprids från olika bullerkällor inom arbetsområdet. Figurerna ger en bild över risken för inom vilka områden byggbuller kan orsaka störningar. Den är dock inte en illustration av verkligheten utan en metod för Region Stockholm att identifiera områden som kräver skyddsåtgärder. Bullrande verksamheter kommer inte att pågå samtidigt i alla områden och i varje område pågår bullrande verksamhet endast under en del av anläggningstiden.

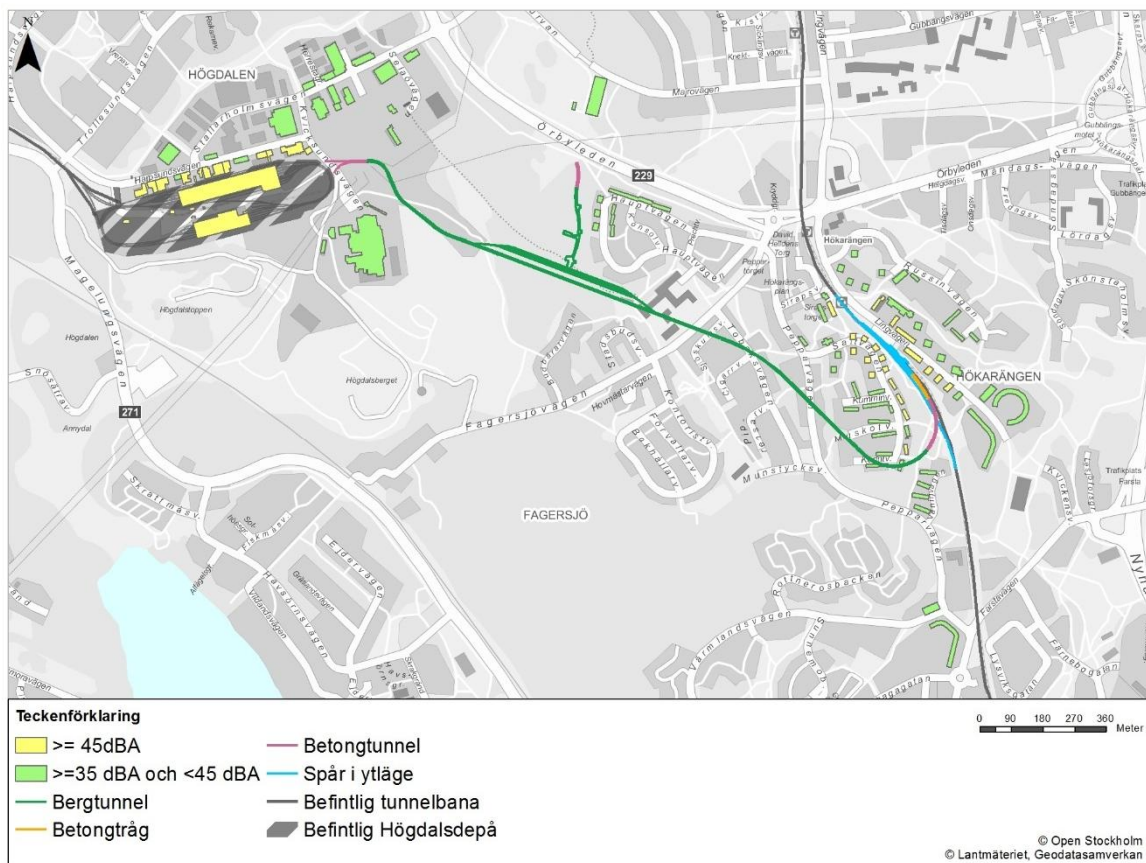
Figuren nedan, Figur 33, visar beräknade ekvivalenta byggbullernivåer utomhus utan hänsyn till eventuella skyddsåtgärder. Riktvärden för utomhusmiljön kommer, trots åtgärder såsom bullerskärmar och luddämpande utrustning, inte kunna uppfyllas vid alla arbetsplatser. Därför kommer projektet rikta in sig på att klara de riktvärden som är gällande för inomhusmiljön, se Figur 34. Ljudnivån inomhus är beroende av byggnadens konstruktion och utformning och varierar mellan olika byggnader. Eftersom fasadisoleringen inte är känd används följande schablonvärden vid bedömning av bullerstörning inomhus:

- 30 dB(A) reduktion för buller från mark- och schaktarbeten som borrning, pålning, spontning och masshantering.
- 25 dB(A) reduktion för buller från tung byggtrafik

Dessa värden är schablonvärden och ska användas som sådana. Det innebär att den största andelen av fastighetsbeståndet bedöms uppnå dessa värden även om byggnader med lägre fasadisolering förekommer. Resultatet från användning av schablonvärdena är därmed ingen garanti på att inomhusnivåer uppfylls utan är en kvalificerad bedömning. Det kommer att göras en inventering av närmsta bostadshusens fasadisolering. Resultatet av denna utredning kommer att användas som underlag för att utreda behovet av kompletterande ljudisolering, exempelvis på fönster och ventiler.



Figur 33. Uppskattad ekvivalenta nivåer av luftburet bygg- och trafikbuller som uppstår under byggtiden.



Figur 34. Beräknade ekvivalenta inomhusnivåer under byggtid med avseende på buller.

Ovanmarksarbeten såsom spontning, schaktning, borrhning och byggtransport krävs vid anslutning till Farstagrenen och kommer att genomföras i nära anslutning till bebyggelse på Saltvägen, Lingvägen och Pepparvägen.

Uppskattad bullernivå inomhus vid bostäder på Saltvägen utan bullerskärm är 46-68 dB(A). Vid förskolan på fastigheten Smördritteln 1 uppgår bullernivån inomhus till 42 dB(A). Med antaget schablonvärde om 30 dB(A) fasaddämpning klaras inte riktvärdet inomhus dagtid.

På Lingvägen är uppskattad bullernivå inomhus, med antaget schablonvärde om 30 dB(A) fasaddämpning utan bullerskärm är 48-53 dB(A).

Även Kvickenstorpsskolan på östra sidan om de befintliga spåren bedöms komma att störas av bygg- och trafikbuller till följd av ovanmarksarbeten. Avståndet till Kvickenstorpsskolan är cirka 150 meter och uppskattad bullernivå från spontning och schaktning utan bullerskärm blir runt 65 dB(A). Riktvärdet inomhus för undervisningslokaler, 40 dB(A) bedöms klaras.

Bullernivåerna vid fasad till bostäder på Vaniljvägen utan bullerskärm uppskattas till cirka 70-75 dB(A). Riktvärdet inomhus bedöms klaras, förutom för det hus som ligger närmst spårområdet. Längspepparvägen kommer trafikbullret att öka med anledning av byggtrafik.

Ljudnivåerna kan åtminstone delvis sänkas genom lokala skärmar kring bullerkällorna.

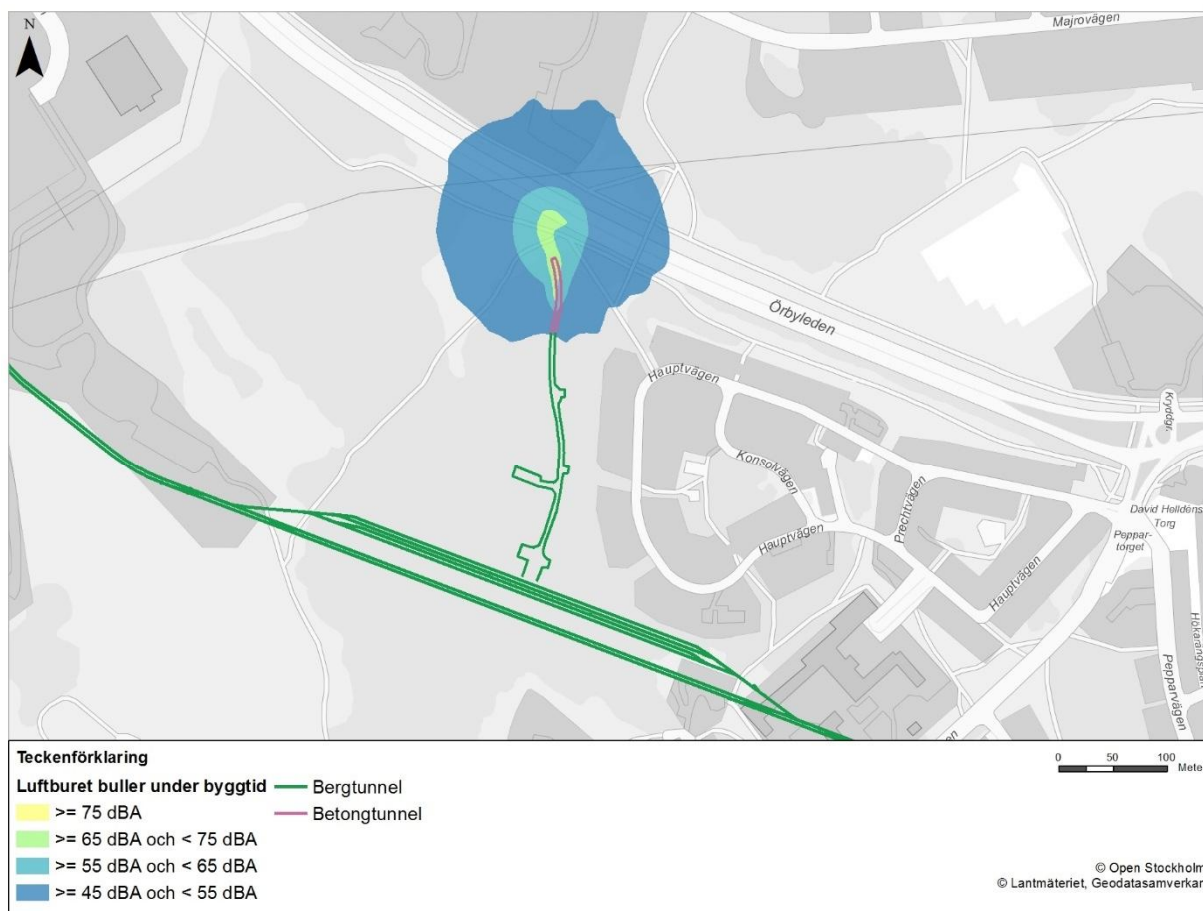
I tabell 4 redovisas trafikbullernivåer med antagande om 200 lastbilspassager per dygn. En ökning av ljudnivån med 8-10 dBA brukar anses vara en fördubbling av det subjektiva ljudintrycket. En ökning med mindre än 3 dBA är knappt uppfattbar.

Tabell 4. Översiktlig redovisning av ökade trafikbullernivåer längs byggtrafikstråk.

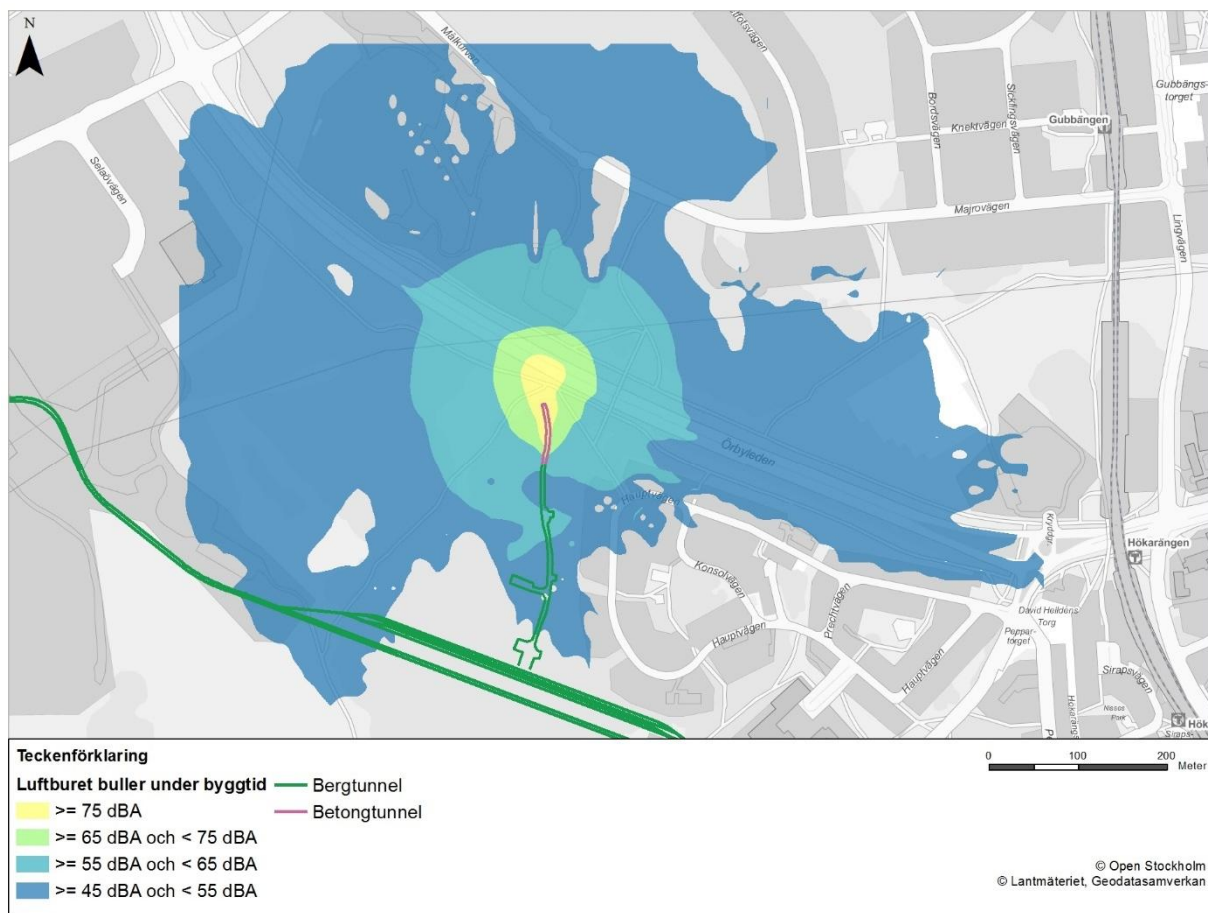
Gatuavsnitt		Årsmedelsvardagsdygns- trafik för 2014 ¹	Andel tung trafik	Skyldad hastighet	Ökning av dygnsekvivalent ljudnivå
Pepparvägen mellan Munstycksvägen och Farstavägen	Nuläge	1500	10 %	30 km/h	2,1 dB
	Byggskede	1700	21 %		
Farstavägen mellan Färnebogatan och Forshagagatan	Nuläge	5800	6 %	50 km/h	0,5 dB
	Byggskede	6000	9 %		
Farstavägen mellan Trafikplats Farsta och Färnebogatan	Nuläge	12 700	6 %	50 km/h	0,2 dB
	Byggskede	12 900	7,5 %		
Magelungsvägen mellan Trollesundsvägen och Havsörnsvägen	Nuläge	16 000	9 %	50 km/h	0,1 dB
	Byggskede	16 200	10 %		
Örbyleden mellan Stallarholmsvägen och Lingvägen	Nuläge	22 000	8 %	70 km/h	0,2 dB
	Byggskede	22 200	9 %		
Kvicksundsvägen mellan Harpsundsvägen och Stallarholmsvägen	Nuläge	5700	17 %	40 km/h	0,5 dB
	Byggskede	5900	20 %		
Stallarholmsvägen mellan Kvicksundsvägen och Örbyleden	Nuläge	10 500	17 %	40 km/h	0,3 dB
	Byggskede	10 700	18,5 %		

1 Ref.2, avläst 2019-02-20.

Några bostadshus på Hauptvägen kommer störas av bygg- och trafikbuller under byggtiden till följd av arbeten vid arbetstunnelns mynning. Inomhusnivåerna kommer vara mellan 35-45 dB(A) och riktvärdet bedöms därmed klaras. Viss byggtrafik kommer att ske under nätterna från arbetstunneln. Beräkningarna visar att det luftburna bullret inte kommer att överskrida naturvårdsverkets riktvärden, se Figur 35 och 36 för ekvivalenta och maximala nivåer.



Figur 35. Beräknade ekvivalenta utomhusnivåer under byggtid med avseende på buller.



Figur 36. Beräknade maximala utomhusnivåer under byggtid med avseende på buller.

I det direkta närområdet till Högdalens depå- och industriområde finns inga bostäder, varför inte arbetsvägarna bedöms medföra någon större störning med avseende på buller. Däremot kommer ett fåtal verksamhetsbyggnader störas av byggbuller och få inomhusnivåer mellan 35 till över riktvärdet 45 dB(A).

Till följd av projektet bedöms luftburet buller från byggarbeten innebära att riktvärdet inomhus dagtid 45 dB(A) att överskridas för 11 bostadsfastigheter och 2 förskole- och skolverksamheter. Riktvärde kvällstid 35 dB(A) bedöms överskridas för 31 bostadsfastigheter.

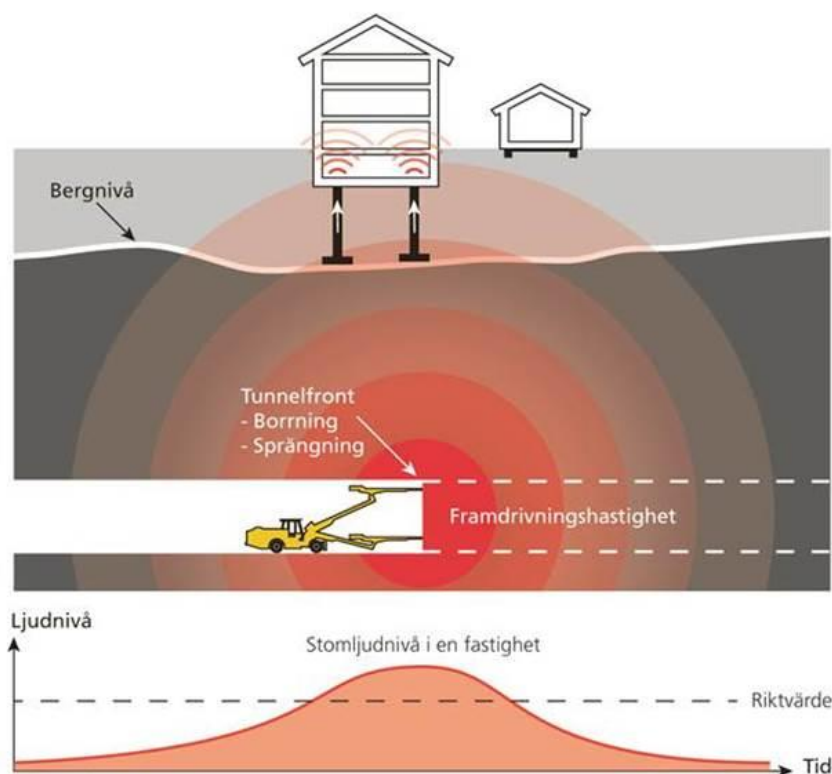
8.1.6 Stomljud

Stomljud

- Stomljud orsakas av vibrationer, exempelvis från borrning, som fortplantas i berg och vidare till byggnader. När vibrationerna passerar väggen orsakar det ett lågfrekvent buller.
- Tunneldrivning ger upphov till stomljud i närliggande byggnader. Homogent berg leder stomljud effektivt, speciellt till hus grundlagda direkt på berg.
- Styrkan och varaktigheten beror således på bergets egenskaper, men också på djupet till tunneln, avståndet till tunnelfronten, antal bormaskiner i drift samtidigt, byggnadens grundläggning och stomkonstruktioner samt på bostadens/lokalens läge i byggnaden.
- Stomljuden avtar med stigande avstånd vilket innebär att störst risk för störning är när borrningen sker under den plats där bygganden står. Enligt Naturvårdsverkets riktvärden bör stomljudsnivån dagtid inomhus i bostäder och vårdlokaler inte överstiga 45 dB(A). För att stomljudsnivån ska bli under 45 dB(A) behöver avståndet från tunneldrivningspunkten till byggnad vara större än 45 meter för byggnader som är grundlagda på berg. För att stomljudsnivån ska vara under 35 dB(A) ska avståndet vara större än 100 meter.
- Erfarenheter från de senaste årens tunnelprojekt har visat att boende riskerar att störas av stomljud från borrning i de fall stomljuden är högre än 40 dB(A) ekvivalent ljudnivå.
- Stomljud kan orsaka stressreaktioner, trötthet, irritation och sömnstörningar. Buller kan även orsaka ohälsa i form av exempelvis hjärt-kärlsjukdomar.
- En åtgärdsplan för buller under byggtiden har tagits fram och kommer att följas av Region Stockholm.

När en tunnel byggs i berg finns det flera källor som kan ge hörbara stomljuds nivåer till byggnader i omgivningen, se Tabell 5 för beskrivning av de olika arbetsmomenten. De arbetsmoment som ger högst ljudnivåer är sprängning och borrning. Hur lång period som störning från borrning och sprängning kommer att kunna uppfattas beror på avstånd till tunneln och hur fort tunnelarbetet drivs fram. Stomljud avtar med stigande avstånd vilket innebär att störst risk för störning är när byggarbeten sker under den plats där byggnaden står, se Figur 37, eller nära byggnader vid arbeten i marknivå. Vid anslutningspunkterna ligger tunneln nära markytan, vilket gör att avståndet till byggnader ovanför tunneln är mindre än i övriga delar av anläggningen. Bergtunnelns tak ligger cirka 15 till 30 meter under markytan, betongtunnlarnas tak ligger 0 till 15 meter under markytan.

Sprängning ger upphov till högt men mycket kortvarigt stomljud. Detta beskrivs inte mer utförligt i rapporten eftersom denna störning sker under en så pass kort tid och därför inte påverkar de ekvivalenta ljudnivåerna.



Figur 37. Illustration över hur stomljudsnivåer förändras över tiden vid tunnelbyggande.

Varaktigheten och ljudnivån varierar med de olika arbetsmomenten. Vid sprängningsarbeten förekommer mycket höga plötsliga ljudnivåer. I normalfallet kommer det bara att bli fråga om ett fåtal tillfällen per dygn som sprängning sker. Borrning kan ge höga stomljudsnivåer under lång tid, flera timmar om dygnet. Stomljuden avtar med stigande avstånd vilket innebär att störst risk för störning är när borrningen sker under den plats där bygganden står.

Tabell 5. Exempel på stomljudalstrande arbeten vid byggande av tunnel i berg.

Arbetsmoment	Beskrivning
Injekteringsborrning	Borrning som förberedelse för att tätta uppsprucket berg kring tunnelfronten
Borrning för salva	Borrning för att ladda salva inför sprängning
Sprängning	Explosion
Skrotning	Rensning av löst berg
Borrning i samband med förstärkning	Borrning genom berg för montering av bergankare

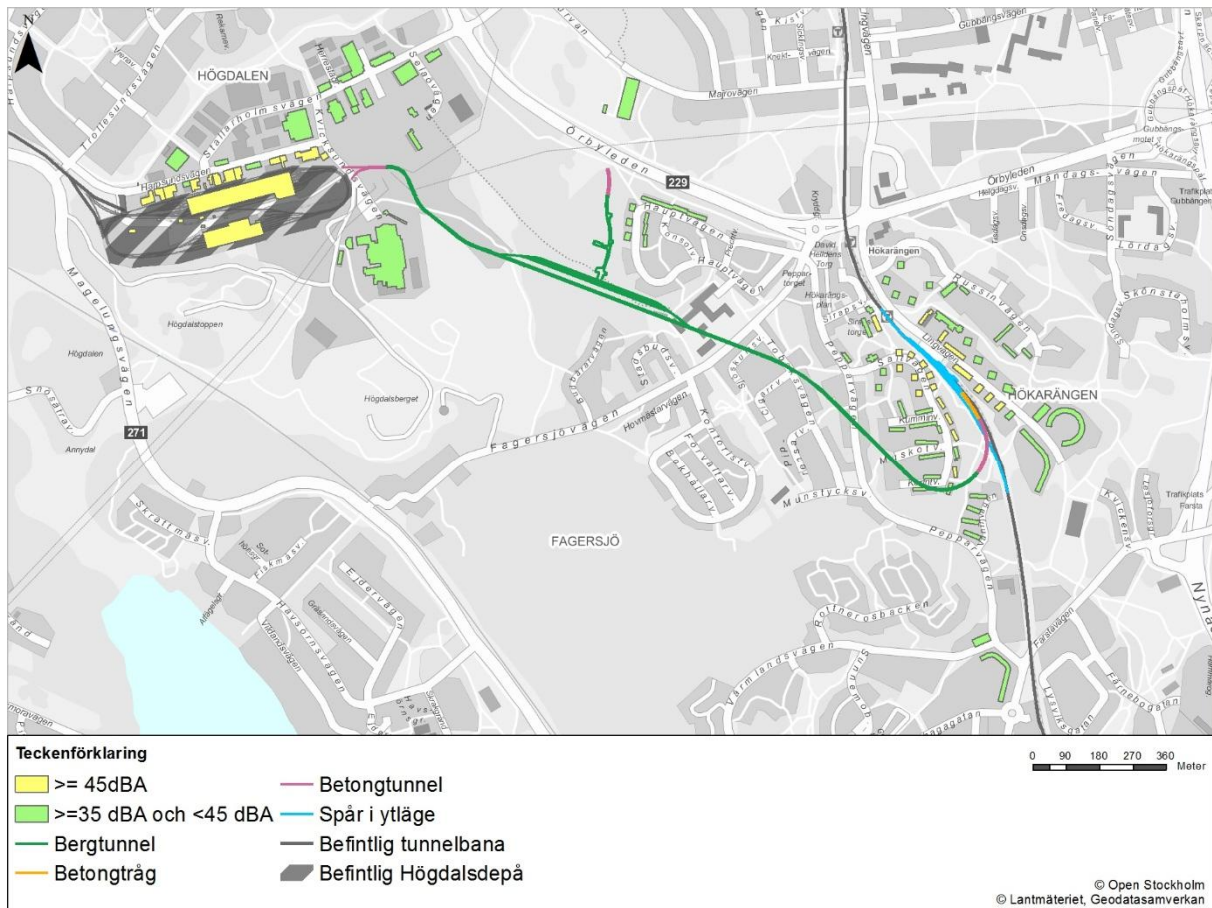
De riktvärden för byggbuller som Naturvårdsverket har tagit fram gäller även för stomljud.

8.1.7 Konsekvenser nollalternativ

För nollalternativet bedöms ingen negativ påverkan och ingen negativ konsekvens uppstå med avseende på stomljud.

8.1.8 Konsekvenser under byggtiden

Framdriften för spår- och arbetstunnlarna är 5–15 meter per vecka. En översiktlig utredning visar att byggandet av ett tunnelrör innebär att de som bor eller arbetar rakt ovanför tunneln kan höra stomljud först ganska lågt i cirka fem veckor, därefter starkare i cirka tio veckor. Därefter avtar stomljudet successivt under ytterligare fem veckor.



Figur 38. Stomljuds nivåer i bottenplan i byggnader nära anläggningen. Stomljuds nivån avtar högre upp i byggnaderna.

Boende i byggnader ovanför tunnlar kommer att påverkas av stomljud till följd av tunnelbyggandet. Några bostadshus kommer att få stomljuds nivåer över 45 dB(A), se Figur 38. Högsta nivå i bottenplan uppskattas till 60–68 dB(A) vilket är 15–20 dB(A) över riktvärdet inomhus dagtid, som är 45 dB(A). Hökarängsskolan, som ligger rakt ovanpå den föreslagna dragningen av spårtunneln kan komma att få stomljuds nivåer över 45 dB(A). Bostadshus som inte ligger rakt ovanför tunneln kommer få lägre stomljuds nivåer, mellan 35–45 dB(A).

Tunneldrivning och sprängningar bedöms kunna medföra störningar för verksamheter på Hökarängsskolan. På Hökarängsskolan finns det dels en grundsärskola vars elever bedöms vara speciellt känsliga för störningar. Vidare går det i dagsläget ensamkommande flyktingbarn på skolan och för dessa kan sprängningar upplevas traumatiskt. Tunneldrivningen under Hökarängsskolan behöver samordnas med skolans aktiviteter för att undvika negativa effekter och konsekvenser. Sammantaget bedöms konsekvenserna för stomljud under byggtiden vara måttligt negativa.

8.2 Vibrationer

Vibrationer

- Vibrationer är vågor som rör sig i marken, i byggnader och i andra fastare material. Vibrationer kan orsakas av sprängning och spontning och kan medföra skador på närliggande byggnader i form av sprickor och sättningar.
- Storleken på vibrationerna är framförallt beroende av markförhållandena samt avståndet mellan den vibrationsalstrande verksamheten och byggnaderna. Vibrationer kan även medföra störningseffekter (komfortstörningar) såsom irritation och minskad arbetskapacitet.
- Vibrationskraven enligt Svensk Standard kommer att följas.
- Kulturhistoriskt värdefulla byggnader beaktas enligt särskild åtgärdsplan.

8.2.1 Allmänt om vibrationer

Vibrationerna är störst närmast sprängningen och dämpas med avståndet från källan. Vibrationer från spontning och pålning är normalt mindre än vid sprängning.

Under byggtiden uppkommer påverkan dels från sprängning dels från spontning och pålning. För dessa arbeten finns standarder formulerade. ”Svensk Standard, SS 460 48 66:2011 – Riktvärden för sprängningsinducerade vibrationer i byggnader” och Svensk Standard, SS 02 52 11 – Riktvärden och mätmetod för vibrationer i byggnader orsakade av pålning, spontning, schaktning och packning.

De svenska standarderna föreskriver ett arbetssätt, som Region Stockholm avser att följa, se bilaga *Åtgärdsplan för vibrationer gällande kulturbyggnader*. Där förekommer begreppen inventeringsområde och besiktningsområde. Inventeringsområdet omfattar de byggnader som utreds med avseende på vibrationer. Besiktningsområdet omfattar de byggnader som besiktigas före och efter vibrationsalstrande arbeten utförs. Omfattningen av besiktningsområdet föreskrivs i standarden:

- Byggnader grundlagda på berg ska besiktigas inför sprängningsarbeten inom ett område på 50 meter om var sida från tunnelbanan.
- Byggnader grundlagda på lera ska besiktigas inför sprängningsarbeten inom ett område på 100 meter om var sida från tunnelbanan.

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

Erfarenheterna från större infrastrukturprojekt i Stockholmsområdet är att inventerings- och besiktningsområdet i de svenska standarderna är tillräckligt tilltagna vad avser risk för skador på byggnader och anläggningar. Däremot kan vibrationerna upplevas ”skrämmande” och kännas av på stora avstånd även om det inte finns någon risk för skada på byggnader eller anläggningar. Detta har medfört att inventeringsområdet valts till 150 meter i flera stora infrastrukturprojekt i Stockholm vilket även 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.

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

8.2.2 Bedömningsskala

Någon bedömningsskala redovisas inte för konsekvenser av skador från vibrationer eftersom arbetssättet utgår ifrån att bebyggelse inte ska skadas.

8.2.3 Konsekvenser nollalternativ

För nollalternativet bedöms ingen negativ påverkan och ingen negativ konsekvens uppstå med avseende på vibrationer.

8.2.4 Konsekvenser under byggtiden

Riktvärden för vibrationer kommer att räknas fram för varje enskild byggnad. Se Figur 39 för inventeringsområde för vibrationer. Syftet med riskanalysen är att identifiera vilka byggnader som kräver särskilda åtgärder för att minska risken för skador från vibrationer. Ett exempel på en sådan åtgärd är att minska sprängsalvorna. Analysen görs i enlighet med svensk standard SS 4604866:2011 *Riktvärden för sprängningsinducerade vibrationer i byggnader* och svensk standard SS 25211 *Vibration och stöt – Riktvärden och mätmetod för vibrationer i byggnader*. Riktvärdena kommer att sättas så att byggnadsskador undviks. Vilket riktvärde som sätts för en enskild byggnad beror på dess konstruktion, grundläggning, användning samt avstånd till byggarbetet.

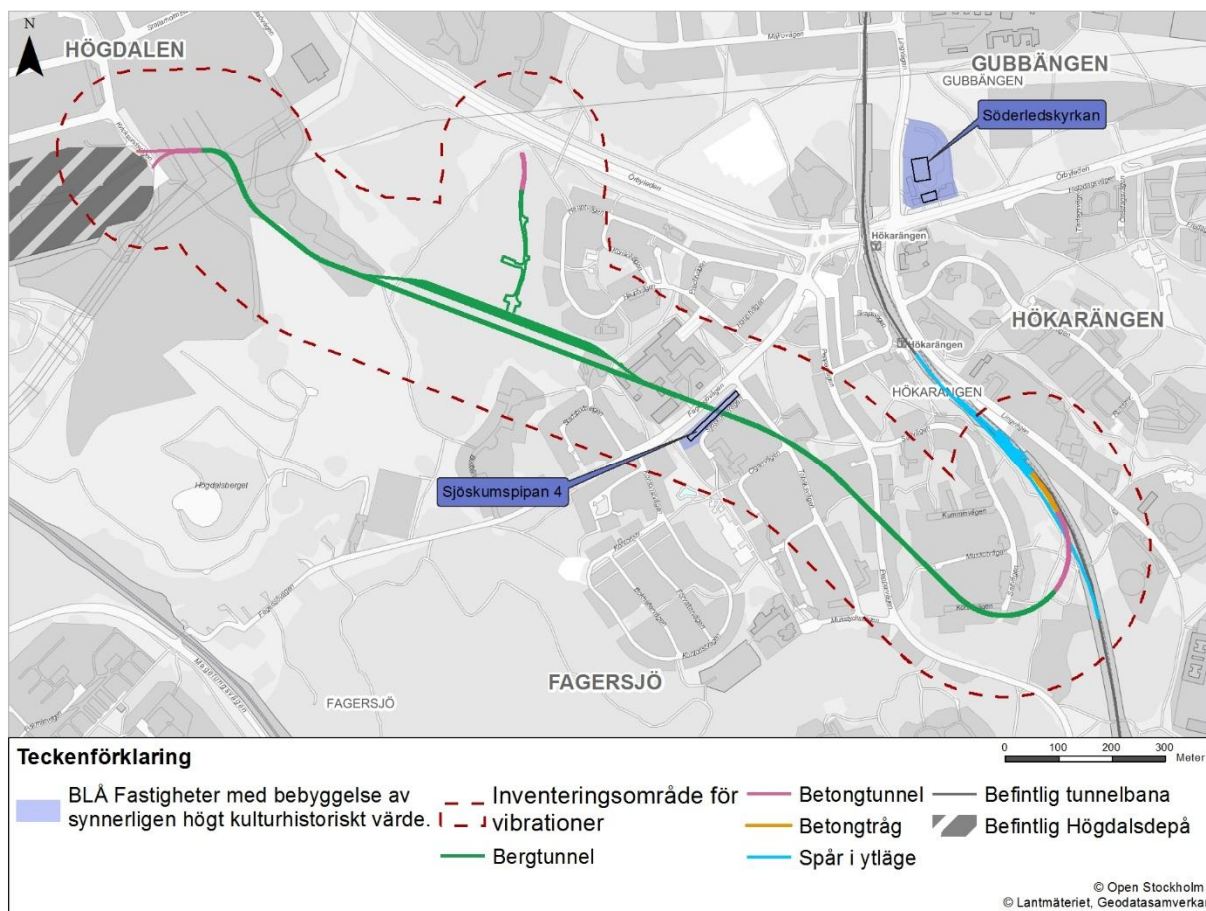
Kulturhistoriskt värdefulla byggnader har identifierats för att undersöka om det i byggnaderna finns omistliga värden vilka innebär behov av särskilt varsam sprängning i närheten av dessa eller av andra åtgärder för att säkra de kulturhistoriska värdena. Arbetet sker enligt Bilaga B3 *Åtgärdsplan för vibrationer gällande kulturbyggnader*.

Påverkan som kan ske under byggtiden i form av vibrationer kan bland annat medföra sprickor och sättningar som kan ge kvarvarande skador på kulturvärden.

Spänningar kan med tiden ha byggts upp i byggnadskonstruktioner. Dessa spänningar kan utlösas av vibrationer och orsaka skador. Beroende på anläggningarnas komplexitet och närhet till bebyggelse finns det risk för att mindre skador uppkommer. Eventuella skador kommer att åtgärdas.

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

Luftstötvågor kan framför allt medföra obehagskänslor där avståndet mellan tunnelmynning och fastigheter bara är några tiotals meter. Avstånd mellan tunnarnas mynnningar och närliggande byggnader är längre än 10 meter och därför bedöms luftstötvågor inte utgöra något problem.



Figur 39. Inventeringsområde för vibrationer inklusive de två blåklassade byggnaderna.

8.3 Masshantering och transporter

8.3.1 Generell masshanteringsplan

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

En mer detaljerad masshanteringsplan kan komma att presenteras inom ramen för kontrollprogrammet.

8.3.2 Transporter

Byggandet kommer att kräva transporter av stora mängder berg- och jordmassor samt byggmaterial. Enligt en översiktlig uppskattning kommer i storleksordningen cirka 280 000 m³ fast berg och 53 000 m³ jordmassor att behöva transporteras ut.

Bergmassorna kommer att transporteras med lastbil till mottagningsanläggningar och/eller anläggningsverksamheter såsom väg- eller bostadsbyggen. Den största delen av massorna kommer att transporteras ut via projektets arbetstunnel och sedan via en arbetsväg till Örbyleden. En del

massor kommer även transporteras ut via anslutningen till högdalsdepån. Massor kommer även att tas ut via tunnelmynningen vid Farstagrenen. Arbetsvägarvägar visas i Figur 20.

Antalet fordon per dygn kommer att styras av vilken mängd som kan transporteras per fordon. Generellt är det så att ju större lastbilar som används desto färre blir transportererna. Större fordon ger samtidigt högre buller. Vilken mängd massor som kan transporteras per fordon beror på vilka bärighetsklasser som respektive väg har. Ju högre bärighetsklass desto tyngre fordon kan köras på vägen (mer vikt per lastbil). Vilka fordon som väljs beror också på entreprenörernas tillgång till fordon.

En översiktlig bedömning visar på upp till 80 masstransporter per dygn från arbetstunneln när arbetet med tunneldrivningen är som intensivast. Varje lastbil kör fram och tillbaka vilket innebär som mest 160 fordonsrörelser per dygn från arbetstunneln för masstransporter. Antalet fordonsrörelser till Örbyleden från arbetstunneln kommer bli färre jämfört med antal fordonsrörelser från de övriga två tunnelmynningarna eftersom bärighetsklassen på Örbyleden är högre än för vägarna vid de andra två tunnelmynningarna. Det vill säga, större lastbilar kan användas vilket minskar antalet transporter.

Utöver transporter från arbetstunneln kommer berg- och jordmassor även att behöva transporteras bort från tunnelmynningen vid Farstagrenen samt tunnelmynningen vid anslutningen till depåområdet. Vid Farstagrenens tunnelmynning uppskattas det som mest bli cirka 180 masstransporter per dygn, vilket innebär 360 fordonsrörelser per dygn under en kortare period. Även via tunnelmynningen till depåområdet kommer det krävas masstransporter på de två arbetsvägarna via Stallarholmsvägen samt Magelungsvägen. Som mest uppskattas det bli 200 masstransporter per dygn (400 fordonsrörelser) via arbetsvägen på Stallarholmsvägen och 150 masstransporter per dygn (300 fordonsrörelser) via arbetsvägen till Magelungsvägen. Samtliga angivelser gäller för kortare perioder av byggskedet när arbetet är som mest intensivt.

Till en början kommer masstransporter att dominera transportflödet, medan det under den sista tiden av byggtiden kommer att vara mer intransporter av byggmaterial. Exakt vilka vägar i det befintliga vägnätet som kommer att användas som arbetsvägar är inte möjligt att närmare ange i detta skede.

Konsekvenser som uppstår på grund av transporter under byggtiden innefattar bland annat bullrande verksamhet för närboende samt påverkan på luft, se kapitel 8.4. Samtliga föreslagna arbetsvägar bedöms exempelvis medföra negativa konsekvenser för de som går och cyklar mellan Hökarängen och Gubbängen, inte minst skolbarn genom att befintliga gång- och cykelvägar kommer att tillfälligt stängas av för att användas som eller korsas av arbetsvägar för projektet. Arbetsvägen i den västra delen, mot Högdalsdepån och industriområdet, bedöms dock inte medföra någon negativ påverkan för tillgängligheten. Arbetsvägen till och från arbets-/servicetunneln bedöms medföra begränsade negativa effekter eftersom gång- och cykelvägen på södra sidan av Örbyleden behöver stängas av. Möjligheten att cykla längs med Örbyleden kommer kvarstå, men kommer innebära omvägar genom att man måste korsa Örbyleden via två redan befintliga övergångar.

8.3.3 Kross och upplag

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

Om möjligt ska berg från tunneln återanvändas i närområdet. Beroende på användning kan berget köras direkt till slutlig yta eller via upplag och kross. Projektet kan, om det finns behov för det,

komma att krossa berg för att tillhandahålla de fraktioner som det finns behov av. Den eventuella krossen ingår inte i denna ansökan.

8.3.4 Hantering av förorenade massor

Fyllningsjord kan ofta uppvisa förhöjda halter av framförallt metaller och PAH, medan naturlig jord som lera och morän generellt innehåller låga halter av föroreningar. I de områden där översiktlig provtagning hittills utförts, både inom projekterad spårlinje samt vid planerade schakter för påslagsområden, påvisas förhöjda halter av metaller och PAH i fyllningsjord, över nivå som anges för mindre än ringa risk i Naturvårdsverkets Handbok 2010:1 Återvinning av avfall i anläggningsarbeten respektive Naturvårdsverkets generella riktvärden för Känslig markanvändning (KM). I fem punkter överstiger dessa halter riktvärdet för Mindre känslig markanvändning (MKM). I en provpunkt överskrider gränsen för farligt avfall (FA) med avseende på cancerogena PAH.

Generellt är halterna under Naturvårdsverkets generella riktvärden för MKM (mindre känslig markanvändning). Den påvisade föroreningsnivån bedöms som normal för fyllningsjord i storstadsmiljö. Utförda analyser av naturlig jord visar på låga halter. Eftersom förhöjda halter konstaterats kan jorden som ska hanteras och borttransporteras inte hanteras fritt.

För att säkerställa att den jord som schaktas upp i entreprenaden hanteras och omhändertas på rätt sätt utförs kompletterande provtagning i samband med schakt. Det finns flera olika mottagningsanläggningar för jord och det finns skillnader avseende hur dessa anläggningar klassificerar jorden. Bland annat har de olika krav på omfattning och typ av analyser. Den kompletterande provtagningen kommer att anpassas till vald mottagningsanläggnings kriterier. Om möjligt kan den jord som schaktas ur även återanvändas i andra anläggningsprojekt.

Konstaterade föroreningar inom det befintliga depåområdet bedöms i stor utsträckning vara koncentrerade till den överlagrande fyllnadsjorden. Med tanke på att uppmätta föroreningshalter är höga anses ingen fyllningsjord vara lämpliga för återanvändning vid områden för planerade schaktarbeten utan föregående anmälan.

8.4 Luftkvalitet

I Miljökvalitetsnormer (MKN) för luft anges gränsvärden för tillåtna föroreningsnivåer i utomhusluft. I urban miljö är det framförallt normer för kvävedioxid och partiklar som är relevanta. Miljökvalitetsnormer gäller inte inom arbetsområden men ska klaras utanför dessa.

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

Tunneldrivning ger upphov till spränggaser (kolmonoxid och kväveoxider) samt kvävehaltigt damm. Ventilation kommer att ske genom arbetstunneln och genom spårtunnlarnas mynnningar. Tunnlarna kommer att förses med fläktar vid mynningarna som via en ventilationstrumma leder ned friskluft samt trycker ut spränggaser och avgaser från fordon och radon.

Efter sprängningar avklingar förhöjda halter av kvävedioxid och andra luftföroreningar successivt och efter cirka 60 minuter är halterna tillbaka till normala värden.

Halterna av spränggaser varierar mellan olika sprängningstillfällen beroende på utsläppens storlek, avståndet till källan och väderlek. Skillnader i vindförhållanden har en avgörande betydelse för vilka halter som uppkommer. Högst halter uppkommer vid svag vind, medan spränggaserna sprids och blandas ut snabbt när det blåser. Även avståndet in i berget har betydelse. Studier tyder på att halterna av kvävedioxid ökar med avståndet.

De halter av kvävedioxid som kan uppkomma utanför arbetsområdena bedöms på grund av låga halter och utspädning inom arbetsområdena klara miljökvalitetsnormen, vilket även är kravet enligt lagstiftningen.

Inom etablerings- och arbetsområden uppkommer luftföroreningar från fordon och arbetsmaskiner. Detta kommer att bidra till försämrad luftkvalitet på lokal nivå. Påverkan på luftkvalitet och risken för störningar bedöms vara liten och projektet förväntas inte medföra överskridande av någon miljökvalitetsnorm.

När byggtrafiken kommer ut på det allmänna vägnätet bedöms den vara liten i förhållande till trafiken på berörda gator och vägar. Byggtrafiken kommer endast att medföra en obetydlig ökning av luftföroreningshalterna. Byggtrafiken kommer dock att nyttja vägar och gator där halter av luftföroreningar redan är höga. Det är därför viktigt att planera byggtrafiken, samt att ställa krav på de fordon, maskiner och bränslen som används under byggtiden, så att utsläppen blir så små som möjligt.

9 Indirekta konsekvenser av sökt verksamhet

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

9.1 Klimat

I Sverige släpptes det år 2013 ut 55,8 miljoner ton koldioxidekvivalenter² och transportsektorn står för cirka en tredjedel av utsläppen. År 2012 svarade järnvägen för cirka två procent av de totala utsläppen av växthusgaser.

Vad gäller järnvägsinfrastruktur är det byggande, drift och underhåll som står för den största delen av klimatbelastningen. Det material som används under byggtiden, såsom exempelvis cement, och stål, är en viktig post, en annan är arbetsmaskiner som drivs med fossila drivmedel. För järnvägen bedöms infrastrukturen (byggande, drift och underhåll) stå för knappt två tredjedelar av järnvägens utsläpp av växthusgaser och cirka en tredjedel av järnvägens energianvändning.³ Klimatkalkyler kommer att utföras inför förfrågningsunderlaget för i stort sett varje entreprenad.

Projektet har en aktiv hållbarhetsstyrning och fokuserar bland annat på energi och utsläpp av klimatgaser. Bland annat kommer en klimatkalkyl göras. Förbättringspotentialen bedöms vara upp till några tiotal procent om bästa möjliga material och teknik väljs.

Utbyggnadsförslaget medger överlag positiva konsekvenser för klimatet regionalt då det möjliggör ett utökat kollektivt resande i Stockholmsregionen vilket släpper ut mindre växthusgaser än motsvarande resor med till exempel personbil.

Några exakta prognoser av projektets klimatpåverkan i förhållande till nollalternativet är inte möjliga att utföra, då omfattningen på kollektivt resande beror av många olika faktorer.

Den ansökta verksamheten syftar till att göra kollektivtrafiksystemet mer robust och på så sätt öka samhällets möjligheter att hantera extremväder till följd av klimatförändringen.

9.2 Människors hälsa

Utbyggnaden och driften av tunnelbanan innebär bättre möjligheter för kollektivt resande inom Stockholmsregionen. Därmed finns det en potential för att minska transporterna med personbil inom regionen. Konsekvenserna av detta är positiva, då utsläpp av föroreningar, påverkan från buller och påverkan från partiklar från vägslitage kan minska.

² Koldioxidekvivalenter eller CO₂e är ett mått på utsläpp av växthusgaser som tar hänsyn till att olika sådana gaser har olika förmåga att bidra till växthuseffekten. När man uttrycker utsläppen av en viss växthusgas i koldioxidekvivalenter anger man hur mycket koldioxid som skulle behöva släppas ut för att ge samma verkan på klimatet.

³ Samlat planeringsunderlag för energieffektivisering och begränsad klimatpåverkan (Publikation 2012:152)

Utbyggnaden och driften av tunnelbanan bidrar till att skapa förutsättningar för bebyggelseutveckling längs tunnelbanans sträckning vilket bedöms bidra positivt till befolkningen i Stockholm.

De största bullerkällorna i området kommer fortsatt att utgöras av biltrafik och tunnelbanans Gröna linje. Även verksamheterna i Högdalens industriområde medför buller i området.

De vibrationer som tunnelbanan ger upphov till i drift kommer ligga under riktvärdet för komfortstörningar men sannolikt över känseltröskeln. Det finns därmed en risk att vissa personer i närliggande byggnader kommer känna av vibrationer från passerande tåg.

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

9.3 Hushållning med mark och landskap

Genom att bygga ut kollektivtrafiken med tunnelbana och att i möjligaste mån förlägga anläggningar under mark hushåller Region Stockholm med marken i Stockholmregionen, vilket gynnar landskapet. Lokaliseringen av bland annat en arbetstunnel har anpassats för att minimera negativ påverkan på miljön. Marken kan då användas för andra ändamål som 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.

10 Samlad bedömning

Depåutbyggnaden ger i sin helhet positiva konsekvenser för det regionala klimatet genom att resande med tunnelbana släpper ut mindre växthusgaser än motsvarande resor med personbil och buss.

Den samlade bedömningen för vattenverksamheten är att det blir små negativa konsekvenser av grundvattenbortledning under bygg- och drifttid vid utbyggnad av depån i Högdalen. Nedan (se Tabell 6) redovisas en sammanställning av de konsekvenser som kan uppstå av vattenverksamheten. Konsekvensbedömningarna redovisas inklusive de skyddsåtgärder som Region Stockholm kommer att genomföra.

Tabell 6. Samlad bedömning (med vidtagna skyddsåtgärder) av konsekvenser av grundvattenbortledning under bygg- och drifttid samt övergående störningar under byggtiden.

Miljöaspekt	Skyddsåtgärder	Konsekvensbedömningar
Grundvattenbortledning		
Grundvatten i jord	Skyddsinfiltration genomförs vid behov vid risk för skador under bygg- och drifttid för delar av sträckan. Spont och injektering används för att minska inläckage till schakt i jord och berg.	Samlad bedömning för mark, byggnader och anläggningar i jord på grund av grundvattenbortledning är att med vidtagna skyddsåtgärder bedöms negativa konsekvenser under bygg- och drifttid utebli. Detta gäller även för markavvattningsföretaget.
Grundvatten i berg	Utgångspunkten är att fastighetsägare med brunnar ska få kompensation för den påverkan som eventuellt kan ske.	Det är inte möjligt att i förhand förutse vilka brunnar som kan påverkas. För energibrunnar bedöms konsekvenserna bli små negativa medan för vattenbrunnen bedöms det inte uppstå några negativa konsekvenser.
Spridning av föroreningar		Inga negativa konsekvenser till följd av föroreningsspridning till grundvatten bedöms uppstå. Detta på grund av att ingen spridning av förorenat grundvatten bedöms ske till opåverkade områden.
Ytvatten	Rening av dränvatten i en VA-station. Kontinuerlig vattenprovtagning enligt kontrollprogram.	Utsläpp av dränvatten från Högdalsdepån till Drevviken under drifttiden bedöms ge små negativa konsekvenser och inte påverka dess status negativt. Utsläppet kommer därmed inte att påverka möjligheten att följa MKN för Drevviken. Någon påverkan på ekosystemtjänsten fördröjning av regnvatten förväntas inte.

Miljöaspekt	Skyddsåtgärder	Konsekvensbedömningar
Naturmiljö		En potentiell grundvattenbortledning under byggtiden bedöms ge små negativa och övergående konsekvenser på naturmiljön. Någon påverkan på ekosystemtjänster, bland annat upplevelsevärde, förväntas inte.
Kulturmiljö	Upprättande av kontrollprogram för grundvatten som innefattar kulturhistoriskt värdefulla byggnader. Infiltration utförs vid behov enligt kontrollprogram för grundvatten.	Konsekvenser innefattar indirekt påverkan genom sättningsskador och sprickbildning. Kulturhistoriskt värdefulla byggnader kan skadas av vibrationer. Med skyddsåtgärder bedöms negativa konsekvenser kunna undvikas.
Övergående störningar under byggtiden		
Buller	Åtgärdsplan för buller och stomljud används för att minska störningarna. Bland annat erbjuds tillfällig vistelse där behov finns.	Luftburet buller kommer att orsaka störningar för flera bostadsområden. Bygandet sker i närheten av bostadsbebyggelse vilket bedöms ge upphov till betydande bullerstörningar.
Stomljud	Åtgärdsplan för buller och stomljud används för att minska störningarna.	Stomljud kommer att orsaka störningar för några bostadsområden samt samhällsfastigheter.
Vibrationer	Åtgärdsplan för vibrationer gällande kulturbyggnader används. Vibrationskänslig verksamhet, byggnader och utrustning skyddas.	Med planerat arbetssätt bedöms risken för skador på byggnader som liten och de negativa konsekvenserna blir därmed små eller obefintliga. I närliggande byggnader bedöms det dock finnas risk för negativa konsekvenser i form av att människor upplever obehag till följd av vibrationer från byggarbetena.
Masshantering	Region Stockholms Masshanteringsplan kommer att tillämpas.	Bergmassorna från utbyggnaden kommer att återanvändas inom regionen.

11 Miljömål

Det svenska miljömålssystemet innehåller ett generationsmål och sexton miljökvalitetsmål. Det övergripande generationsmålet anger att ”miljöpolitiken är att till nästa generation lämna över ett samhälle där de stora miljöproblemen är lösta, utan att orsaka ökade miljö- och hälsoproblem utanför Sveriges gränser.” Generationsmålet är därför vägledande för miljöarbetet på alla nivåer i samhället. Miljömålen har brutits ner till regionala miljömål av varje länsstyrelse, medan kommunerna i sin tur har brutit ner de regionala miljömålen till kommunal nivå.

11.1 Nationella

De sexton nationella miljökvalitetsmålen beskriver det tillstånd i den svenska miljön som miljöarbetet ska leda till. Målen beskriver den miljömässiga dimensionen av politiken för hållbar utveckling och anger det tillstånd i miljön som det samlade miljöarbetet ska leda till senast till år 2025 (år 2050 för klimatmålet).

I följande avsnitt finns en kort utvärdering av de nationella miljömål som bedöms vara relevanta för projektet som helhet.

Begränsad klimatpåverkan

Projektet bedöms motverka måluppfyllelse på kort sikt och bidra till måluppfyllelse på lång sikt. I samband med byggtiden kommer det ske stora men tillfälliga utsläpp av klimatgaser, både indirekt via de material som används och direkt från arbetsmaskiner, transporter med mera. Under drifttiden skapar projektet förutsättningar för mindre buss- och biltrafik jämfört med om tunnelbanekapaciteten inte byggs ut. Därmed kan utsläppen av klimatgaser bli mindre.

Grundvatten av god kvalitet

Under byggtiden finns det behov av att rena förorenat process- och länshållningsvatten och under drifttiden finns det behov av att rena dränvatten och spolvatten. Förutsatt att de skyddsåtgärder och övriga åtgärder som föreslås i MKB:n genomförs kommer projektet inte tillföra nya föroreningar till grundvattnet. Därmed bedöms projektet inte motverka miljömålet.

Frisk luft

Tunnelbanan är ett transportslag som medför låga utsläpp av luftföroreningar. Projektet bedöms bidra till måluppfyllelse i och med att det skapar förutsättningar för mindre buss- och biltrafik jämfört med om tunnelbanekapaciteten inte byggs ut.

God bebyggd miljö

Projektet bedöms framför allt bidra till måluppfyllelse. Eftersom projektet möjliggör en utbyggnad av tunnelbanan i Stockholms län bidrar projektet indirekt till ökad tillgänglighet i staden/regionen och mindre behov av buss- och biltrafik.

Ett rikt växt- och djurliv

Projektet byggs till stora delar under mark vilket minimerar påverkan på växt- och djurliv.

11.2 Regionala

Länsstyrelsen har en samordnande roll i det regionala arbetet med miljömålen. I Stockholms län är miljömålsarbetet organiserat i en regional miljömålsdialog där kommuner, Trafikverket och Region Stockholm ingår.

Stockholms läns landstings miljöprogram 2017-2021

Av miljöprogrammets fem områden är två relevanta för projektet; *Klimat* samt *Kollektivtrafik och övriga transporter*. Inom dessa områden är följande mål relevanta att utvärdera:

- Landstinget arbetar för att kollektivtrafik, gång, cykel och digitala möten ska öka så att övriga motoriserade resor minskar.

Målpuppfyllelse: Utbyggnaden av Högdalsdepån och övrig tunnelbaneutbyggnad gör att fler får tillgång till tunnelbana vilket kan minska bilåkandet. Anläggningen byggs huvudsakligen under mark vilket innebär att anläggningen inte tar yta för fotgängare och cyklister i anspråk.

- År 2021 har landstingets utsläpp av växthusgaser minskat med minst 50 procent i jämförelse med 2011 och med minst 75 procent jämfört med 1990.

Målpuppfyllelse: Fram till 2023 påverkas utsläppen av utbyggnadens byggtid vilket bedöms öka utsläppen av klimatgaser. På lång sikt bedöms dock utbyggnaden av depåkapacitet bidra till möjligheten att åka mer klimatsmart, vilket kan medföra mindre utsläpp av klimatgaser från transportsektorn.

11.3 Lokala

Stockholms stad

Stockholms stads miljöprogram antogs den 1 april 2016 och gäller till 2019. Programmet innehåller sex miljömål och 30 delmål som staden ska uppfylla. Projektet i dess helhet kan bidra till att uppfylla följande av Stockholms stads miljömål:

- *Hållbar energianvändning* eftersom koldioxidutsläppen från transporter som drivs med fossila bränslen kan minska när fler får tillgång till tunnelbana och kan minska sitt bilåkande. Tunnelbaneresande är ett energieffektivt sätt för människor att transportera sig på.
- *Miljöanpassade transporter* eftersom det skapar förutsättningar för att människor ska välja att använda kollektivtrafiken och väntas därmed leda till mindre bilåkande än om utbyggnaden inte genomförs.
- *Hållbar mark- och vattenanvändning* eftersom anläggningen till övervägande del byggs i tunnel och därmed endast tar lite mark i anspråk. Mark kan istället användas till annat och natur- och kulturmiljöer bedöms inte påverkas på ett betydande sätt av projektet. Projektets föreslagna skyddsåtgärder för vatten minimerar negativ påverkan på vatten.
- *Giftfritt Stockholm* eftersom det inom projektet finns mål om att utbyggnaden aktivt ska styra bort från gifter i byggnadsmaterial.
- *Resurseffektiva kretslopp* eftersom bergmassor från tunneldrivning generellt kommer att användas till byggnadsmaterial beroende på materialets kvalitet och vilka behov som finns i närområdet.

12 Kontrollprogram

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.

12.1 Grundvatten

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

12.1.1 Inläckage till bergtunnlar och schakt

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

12.1.2 Grundvattennivåer i jord och berg

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

12.1.3 Sättningsrörelser i byggnader, anläggningar och mark

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

12.1.4 Infiltration

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

12.2 Miljöfarlig verksamhet

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

12.2.1 Byggbuller

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

12.2.2 Vibrationer

Byggnader, utrustning och verksamheter som är känsliga för vibrationer, inom besiktningsområdet, för- och efterbesiktigas. Riktvärden för vibrationsnivåer tas därefter fram och vibrationer mäts vid vibrationsalstrande arbetsmoment med hjälp av vibrationsgivare på utvalda objekt. Om ett riktvärde överskrider kan vibrationsdämpande åtgärder utföras, till exempel förändrad sprängningsplan inför kommande sprängningar.

12.2.3 Kvalitetskontroll av länshållningsvatten

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

13 Samråd

I januari 2018 trädde nya regler om miljöbedömningar i kraft. Förändringarna omfattar bland annat ett nytt 6 kap. miljöbalken, en ny miljöbedömningsförordning och följdändringar i sektorslagar. För projektet utbyggd depå i Högdalen gäller de nya reglerna. Projektet kan dock tillgodoräkna sig redan genomförda samråd och beslut om betydande miljöpåverkan. Detta innebär att de samråd som genomfördes under 2015 och 2016, och länsstyrelsens beslut om betydande miljöpåverkan, fortfarande är giltiga. Ett särskilt undersökningssamråd enligt 6 kap. 23 § miljöbalken har därför inte genomförts. Däremot utformades samrådet i december 2018 så att det uppfyllde kraven på avgränsningssamråd enligt 6 kap. 29–32 §§ miljöbalken.

Samråd utförs löpande under hela planeringsprocessen för att informera om den planerade utbyggnaden och inhämta synpunkter till utredningsarbetet om lokalisering och utformning av anläggningen. Under samrådstiden har intressenter som berörda fastighetsägare, länsstyrelsen, andra myndigheter, organisationer och allmänheten haft möjlighet att lämna synpunkter på förslaget.

Synpunkterna har sammanställts i en samrådsredogörelse som beskriver hur samrådet har bedrivits samt vilka synpunkter som inkommit från myndigheter, organisationer och enskilda personer.

För utbyggd depå i Högdalen har fyra samråd hållits för allmänheten då det funnits möjlighet att ställa frågor och lämna in synpunkter på öppna hus samt via en digital enkät.

Inför varje samråd har samrådsinbjudan skickats ut till kommuner, myndigheter, organisationer och intressenter. Inbjudan till samråd skickades till fastighetsägare inom utredningsområdet för grundvatten samt till hushåll och företag. Inför det andra samrådet publicerades en kungörelse om samråd i Dagens Nyheter, Svenska Dagbladet samt i lokalpressen. Informationen har också varit tillgänglig på Region Stockholms hemsida (www.nyatunnelbanan.sll.se).

Den första samrådsperioden, som pågick mellan den 10 och 31 augusti 2015, omfattade underlag för val av depålokalisering och syftade till att få fram ett så bra beslutsunderlag som möjligt samt att ge allmänhet, organisationer och myndigheter möjlighet till insyn och påverkan. Samrådet avsåg de två lokaliseringalternativen i Skarpnäck respektive Högdalen. Samrådsmaterialet bestod av en samrådsbroschyr, inbjudan, informationsskärmar och ett enklare bildspel. Totalt inkom cirka 200 synpunkter och 27 yttranden från myndigheter, företag, organisationer och allmänhet. I de synpunkter som inkom förordades såväl Skarpnäck- som Högdalenalternativet, med en viss övervikt för Högdalenalternativet. Flera instanser och enskilda ansåg att Högdalen var att föredra då detta innebär att en redan befintlig depå byggs ut, jämfört med läget i Skarpnäck då en helt ny depå måste byggas. Många boende uttryckte oro över hur de kommer att påverkas under byggtiden, av exempelvis buller, stömljud och risken för sättningar på hus.

Det andra samrådet, som genomfördes mellan den 22 augusti och 12 september 2016, omfattade spårdragningen för anslutningsspår samt placering och utformning av uppställningshall under mark. Samrådsmaterialet bestod av samrådsunderlag inför prövning enligt miljöbalken samt underlag till järnvägsplanen bestående av planbeskrivning, plankartor och MKB. Under samrådet hölls två öppna hus där representanter från Region Stockholm och Stockholms stad fanns på plats för att besvara frågor och ta emot synpunkter. Totalt inkom 50 skriftliga synpunkter, varav cirka 30 var yttranden från myndigheter och andra remissinstanser och cirka 20 från allmänheten. Många av de som inkommit med synpunkter var positiva till depåutbyggnaden och utbyggnaden av tunnelbanan generellt. Boende uttryckte framför allt oro över påverkan under byggtiden.

Under perioden 5-23 december 2016 genomfördes ett kompletterande samråd som redovisade de förändringar som skett avseende arbets-/servicetunnelns lokalisering jämfört med den föreslagna utformningen vid samrådet i augusti 2016. Samrådet avsåg således ett förslag med en norrgående arbets-/servicetunnel, mellan Örbyleden och den planerade uppställningshallen under mark. Totalt inkom cirka 30 skriftliga synpunkter, varav cirka 20 var yttranden från myndigheter och andra remissinstanser och ungefär tio från allmänheten. Flera boende lämnade synpunkter gällande buller och ökade trafikmängder. Andra uttryckte sig positivt om det nya förslaget.

Under våren 2018 hölls dialog- och informationsmöten kring alternativa spårtunneldragningar för anslutningen till högdalsdepån med berörda parter i kvarteret Tippen.

Från 17 december 2018 – 15 januari 2019 hölls ett ytterligare samråd om en ny anslutning till Grön linjes Farstagren. Samrådet omfattade ett nytt läge för spårtunnelns anslutning till befintlig tunnelbana och påverkan under byggtiden. Under samrådstiden fanns samrådsmaterialet tillgängligt för allmänheten och det var möjligt att lämna synpunkter via post, e-post samt ett formulär på landstingets hemsida. Samrådsmöten hölls både med länsstyrelsen och allmänheten under januari 2019.

Utöver samråden med allmänheten har även samråd hållits med olika myndigheter. Flertalet av dessa ägde rum under andra hälften av 2014 liksom under 2015. Möte hölls med Riksantikvarieämbetet och Naturvårdsverket den 21 oktober 2014 samt den 3 september 2015. Det första mötet syftade till att informera dem om det planerade projektet och inhämta kunskap och erfarenheter från dem medan vid det andra mötet presenterades, och inhämtades synpunkter kring, arbetssätt och strategier för grundvattenbortledning, kulturmiljö, omgivningsstörningar samt masshantering. Samråd har även hållits med SGU och SGI med tillhörande möten 17 december 2014 samt 27 augusti 2015. Liksom för Naturvårdsverket och Riksantikvarieämbetet var första mötet för att informera dem om det planerade projektet och inhämta kunskap och erfarenheter från dem medan vid det andra mötet presenterades, och inhämtades synpunkter kring, arbetssätt och strategier för grundvattenbortledning, kulturmiljö, omgivningsstörningar samt masshantering. Med Länsstyrelsen i Stockholms län hölls ett möte den 7 september 2015 och med Stockholms stad den 12 november 2015. Mötet med länsstyrelsen syftade till att diskutera provningsupplägg och villkorsformulering för utbyggnaden av tunnelbanan medan mötet med Stockholms stad var inriktat på provnings- och villkorsupplägg. Därutöver har det inom ramen för projektet kontinuerligt hållits möten med Stockholms stad. Ett formellt samrådsmöte hölls den 21 juni 2016 med länsstyrelsen och Stockholms stad, tillsynsmyndigheterna för utbyggnaden av Högdalsdepån. Detta möte syftade till att informera om upplägget av miljöansökan, ta del av tillsynsmyndigheternas synpunkter samt diskutera tillsynsansvar.

14 Referenser

Anpassning till ett förändrat klimat, Länsstyrelsen Stockholms län, 2011.

Anslutningsalternativ B, Stockholms läns landsting, februari 2016.

Bullerutredning Högdalsdepån, rapport 714787 Rapport E, Stockholm stad 2016-05-02.

Bebyggelseregistret,, Stockholms stadsmuseum 2007 och Riksantikvarieämbetet 1998.

Dp 1998-4963-54, Stockholms stadsbyggnadskontor, 1999-03-15.

Dp 2002-12062-54, Stockholms stadsbyggnadskontor, 2006-04-07.

Dp 2013-17201-54, Stockholms stadsbyggnadskontor.

Groddjursinventering, Högdalen i Stockholms stad, Inför depåområde t-bana, Calluna 2016-05-24.

Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om ändring i Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter (HVMFS 2013:19) om klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten, HVMFS 2015:4.

Kanadensiska vattenkvalitetskriterier, Canadian Water Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life, CCME.

Metodik för Inventering av Förorenade Områden, MIFO, Bedömningsgrunder för miljö kvalitet, Rapport 4918, Naturvårdsverket, 1999.

PM Buller, Stockholms läns landsting, 5312-FUT5-23-00032, Referensdokument 11.

PM Stomljud och buller, driftskede, FUT Region Stockholm, 5320-Y51-23-00101.

PM Stomljud och buller, byggskede, FUT Region Stockholm, 5320-Y51-23-00102

PM Elektromagnetiska fält orsakade av ny tunnelbana, FUT Stockholms läns landsting, 2015.

PM Fördjupat Miljö, Stockholms läns landsting, september 2015.

PM Hydrogeologi Bilaga C, Miljöprövning för utökad depåkapacitet Högdalen, Stockholms läns landsting, 2017-06-22.

PM Kulturmiljö och landskap, järnvägsplan för utökad depåkapacitet Högdalen, Stockholms läns landsting, 2016-05-27.

PM Markföroreningar, Stockholms läns landsting, 2019-06-12.

PM Miljö kvalitetsnormer för ytvatten, Stockholms läns landsting, 2019-05-17.

PM Naturmiljö, Stockholms läns landsting, 2019-06-12.

Naturvärdesinventering, Högdalen i Stockholms stad, Inför depåområde t-banan, Calluna 2015-09-03.

PM Utredning av risk för översvämning vid skyfall, Stockholms läns landsting

Riktvärden för förorenad mark, Modellbeskrivning och vägledning, Rapport 5976, Naturvårdsverket, 2009.

Regional Utvecklingsplan för Stockholmsregionen, RUF5 2050, antagen av landstingsfullmäktige 2018.

Stockholms läns landsting *Utredning depålokalisering för utbyggd tunnelbana*, FUT Stockholms läns landsting, 2015

Bullerutredning Högdalsdepån, rapport 714787 Rapport E, Stockholm stad 2016-05-02

Uppdaterade bedömningsgrunder för förorenade massor, Rapport 2007:01, Avfall Sverige, 2007.

Utredning depålokalisering för utbyggd tunnelbana, FUT Stockholms läns landsting, 2015.

Återvinning av avfall i anläggningsarbeten, Handbok 2010:1, Naturvårdsverket, 2010.

Översiktsplan för Stockholm, antagen av kommunfullmäktige 15 mars 2010.

Digitala källor:

Artportalen, <https://www.artportalen.se/>

Byggnadsklassificering, Stockholms stadsmuseum,
kartor.stockholm.se/bios/dpwebmap/cust_sth/kul/klassificering/DPWebMap.html

Miljömål, <http://www.miljomal.se/>

SMHI, <http://www.smhi.se>

Statistik årsmedelvärden PM10 Stockholm, Naturvårdsverket, 2015-06-24,
<http://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Statistik-A-O/Partiklar-PM10-halter-i-luft-gaturum-arsmedelvarden/>

Stockholms stad bullerkartläggning, <http://www.stockholm.se/TrafikStadsplanering/Trafik-och-resor-/Trafik-och-miljo/Trafikbuller/Bullerkartor/#>

Stockholms Stad, *Miljöbarometern*,
<http://miljobarometern.stockholm.se/vatten/sjoar/drevviken/>

Vatteninformationssystem Sverige, VISS, <http://viss.lansstyrelsen.se/>

Vårt uppdrag är att genomföra tunnelbanans utbyggnad och övriga åtgärder inom ramen för 2013 års Stockholmsförhandling. Det innebär planering, projektering och nya stationer på fyra olika sträckor. För att kunna genomföra utbyggnaden behöver också depåkapaciteten ökas och nya tåg köpas in. Byggstart för utbyggnad av utökad depåkapacitet Högdalenplaneras under 2020 och byggtiden beräknas pågå cirka 6 år.