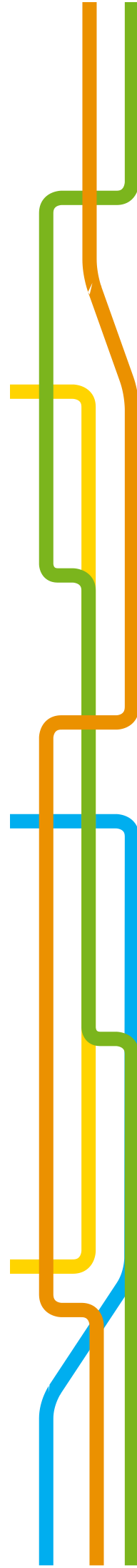


Miljöprövning för utbyggd depå i Högdalen

Bilaga A

Teknisk beskrivning



Teknisk beskrivning

Bilaga A

Miljöprövning för utbyggd depå i Högdalen

Titel: Teknisk beskrivning

Uppdragsledare: Catrine Söderström, WSP

Författare: Lisa Regander, Johanna Antevik

Projektledare: Jörgen Niklasson, FUT

Bilder & illustrationer: FUT/WSP om inget annat anges

Dokumentid: 5140-M53-22-01001

Diarienummer: 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	Inledning	5
2	Tekniska förutsättningar	7
2.1	Geodetiska referenssystem	7
2.2	Geologiska förhållanden	7
2.2.1	Jord	7
2.2.2	Berg	8
3	Planerade tunnlar och tillhörande anläggningar	10
3.1	Depåområdet	10
3.2	Spårtunnlar och uppställningshall under mark.....	11
3.2.1	Västra anslutningsspåret	12
3.2.2	Uppställningshall under mark	12
3.2.3	Anslutning till Farstagrenen.....	13
3.2.4	Arbets-/servicetunnel.....	14
4	Byggmetoder – generell beskrivning.....	15
4.1	Arbete i berg.....	15
4.1.1	Tunnlar och uppställningshall under mark.....	16
4.1.2	Tätning.....	17
4.1.3	Bergförstärkningar.....	17
4.2	Öppna schakt i jord och berg	18
4.2.1	Öppna schakt	18
4.2.2	Spont- och stödkonstruktion.....	18
4.3	Permanent betongkonstruktioner.....	19
4.4	Hantering av massor.....	20
4.4.1	Hantering av förorenade massor	21
4.5	Arbets- och etableringsområden samt arbetsvägar	21
4.5.1	Arbets- och etableringsområden.....	22
4.5.2	Arbetsvägar.....	23
4.6	Material och produkter	23
5	Anläggningar för bortledning av grundvatten och för infiltration	24
5.1	Bortledning av grundvatten	24
5.1.1	Byggtiden.....	24
5.1.2	Drifftiden	25
5.2	Skyddsinfiltation	26
6	Tidplan	26
6.1	Övergripande	26
6.2	Kvicksundsvägen	26
6.3	Service- och arbetstunneln	27
6.4	Anslutning mot Farstagrenen.....	27

Bilagor

Bilaga A1	Översiktskarta
Bilaga A2	Planritning över tunnlar
Bilaga A3	Profilritningar och normalsektioner
Bilaga A4	Principskisser för anläggningar för bortledning av grundvatten och infiltration
Bilaga A5	Arbets- och etableringsområden och öppna schakt

1 Inledning

För att möta det ökade behovet av bostäder och kollektivtrafik i Stockholms län har staten, Region Stockholm, Stockholms stad, Nacka Kommun, Solna stad och Järfälla kommun utifrån det som kallas 2013 års Stockholmsförhandling tecknat avtal om utbyggnad av 19 kilometer ny tunnelbana, elva nya tunnelbanestationer och nybyggnation av 82 000 bostäder i länet.

Utbyggnaden av tunnelbanan innebär att fler tunnelbanetåg kommer att trafikera systemet. Därmed ökar behovet av depåkapacitet, det vill säga uppställnings- och underhållsplatser för tunnelbanetågen. Med anledning av detta kommer den befintliga Högdalsdepån i Högdalen att byggas ut. Utbyggnaden innefattar nya uppställningsplatser under och ovan jord som komplement till nuvarande platser ovan jord. Ett underjordiskt anslutningsspår byggs för att koppla ihop depån med Gröna linjens Farstagren. Detta dokument ingår i tillståndsansökan enligt miljöbalken för utbyggd depå i Högdalen.

Syftet med denna tekniska beskrivning (TB) är att beskriva de delar av anläggningen som kräver tillstånd för vattenverksamhet. Den sökta vattenverksamheten avser att under bygg- och drifttiden leda bort grundvatten och att vid behov infiltrera vatten.

Anläggningen består av anslutningsspår som ansluter till Gröna linjens Farstagren samt ett anslutningsspår som ansluter till befintlig Högdalsdepå (Västra anslutningsspåret). Mitt på sträckan mellan befintlig depå och Farstagrenens tunnelbanespår byggs en uppställningshall under mark med ett parallellt förbifartspår.

Uppställningshall och anslutningsspår byggs i huvudsak som bergtunnlar. Det västra anslutningsspåret är en cirka 520 meter lång dubbelspårtunnel som är cirka 9,7 meter bred och cirka 6,2 meter hög. Anslutningen till Farstagrenen är en cirka 1200 m lång dubbelspårtunnel som är cirka 9,9 meter bred och cirka 6,2 meter hög.

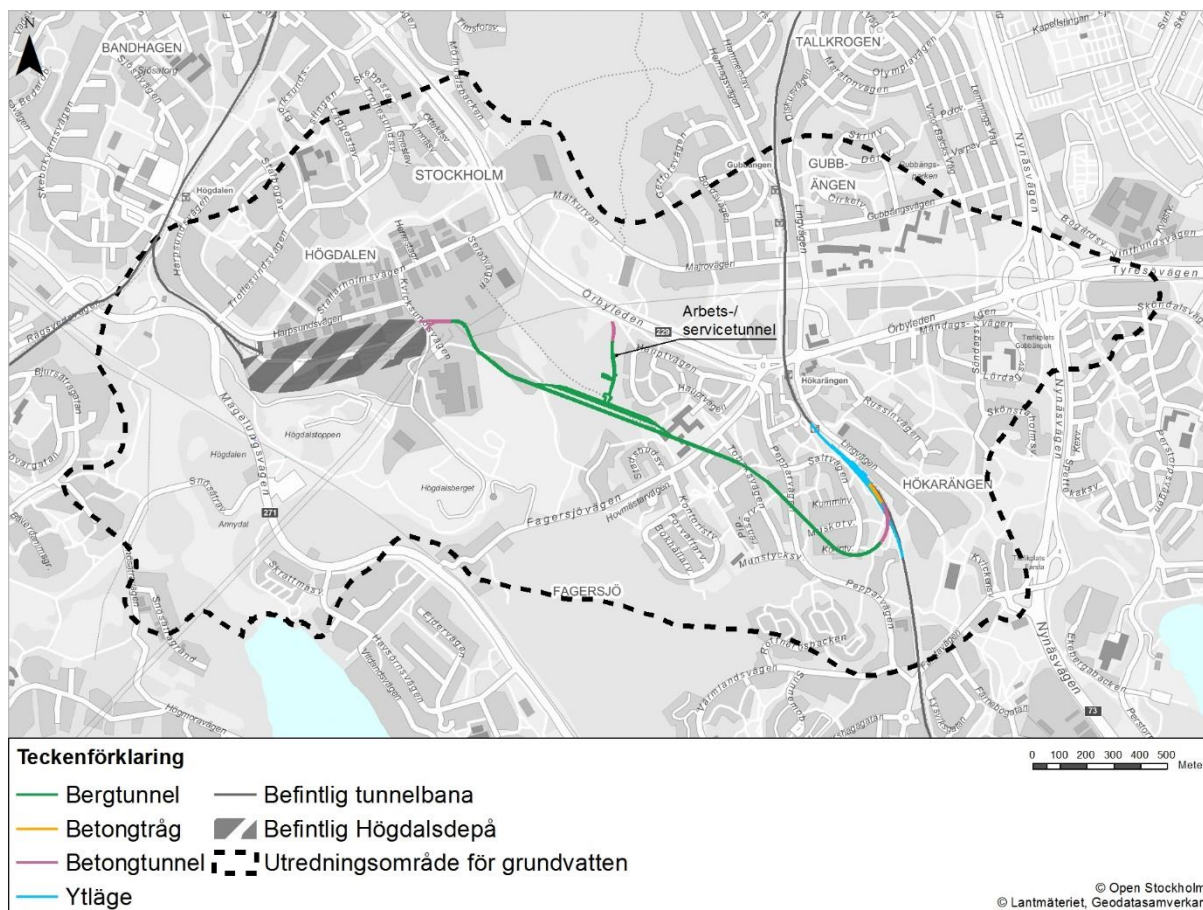
Uppställningshallen under mark är cirka 400 meter lång och är cirka 17,4 meter bred och cirka 7,5 meter hög.

En arbets- och servicetunnel som ansluter från Örbyleden till uppställningshallen planeras. Arbetstunneln kommer att permanentas och under drifttiden övergå till att fungera som servicetunnel samt insatsväg för räddningstjänst. Arbets-/servicetunneln är cirka 300 meter lång, cirka 5,4 meter bred och cirka 7 meter hög.

Vid anslutningar mot markytan för anslutningsspåren och arbets-/servicetunnel kommer schakt utföras i både jord och berg. För de båda anslutningsspåren och arbets-/servicetunnel byggs betongtunnlar vid anslutning till jordlager. Vid anslutningsspåret mot Farstagrenen byggs även betongtråg.

Inom befintlig Högdalsdepå planeras nybyggnation och utbyggnad av ett antal byggnader. Exakt utformning och läge för de olika byggnaderna är idag något osäker. Preliminära lägen för de öppna schakten i jord, där grundvattenbortledning planeras ske under byggtiden, redovisas i bilaga B5. Dessa kan komma att flyttas något under kommande detaljprojektering.

En översiktsbild över den planerade anläggningen återfinns i Figur 1.



Figur 1. Översiktskarta visande planerad ny Högdalsdepå med tillhörande anslutningsspår och arbets-/servicetunnel.

De delar av anläggningen som kräver tillstånd till 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.

Infiltration kan bli aktuellt i samband med schakt i jord och berg inom områden med objekt som kan påverkas negativt till följd av förutsedd grundvattenbortledning. Skyddsinfiltration planeras att utföras vid behov, huvudsakligen under byggtiden, men kan vid speciellt känsliga områden även införas permanent under drifttiden. Exakta utformningar och placering av dessa anläggningar kommer att definieras i ett senare skede.

Inläckande grundvatten, vilket benämns dränvatten, till bergtunnlar samt jord- och bergschakt mot markytan kommer under byggtiden att samlas upp i tillfälliga pumpgröpar, tillsammans med processvatten och nederbörd. Tillsammans benämns detta vatten länshållningsvatten.

Under drifttiden kommer dränvattnet att hanteras i en pumpstation med reningsfunktion, en så kallad VA-station, innan det pumpas ut till dagvattenledning och vidare mot recipient.

VA-stationen placeras i en av anläggningens lågpunkter, belägen i arbets-/servicetunneln. Övriga lågpunkter finns vid cirka 9+900, 9+300 och 9+100, se Bilaga A2. Pumpar installeras i lågpunkterna för att pumpa vattnet till VA-stationen.

2 Tekniska förutsättningar

2.1 Geodetiska referenssystem

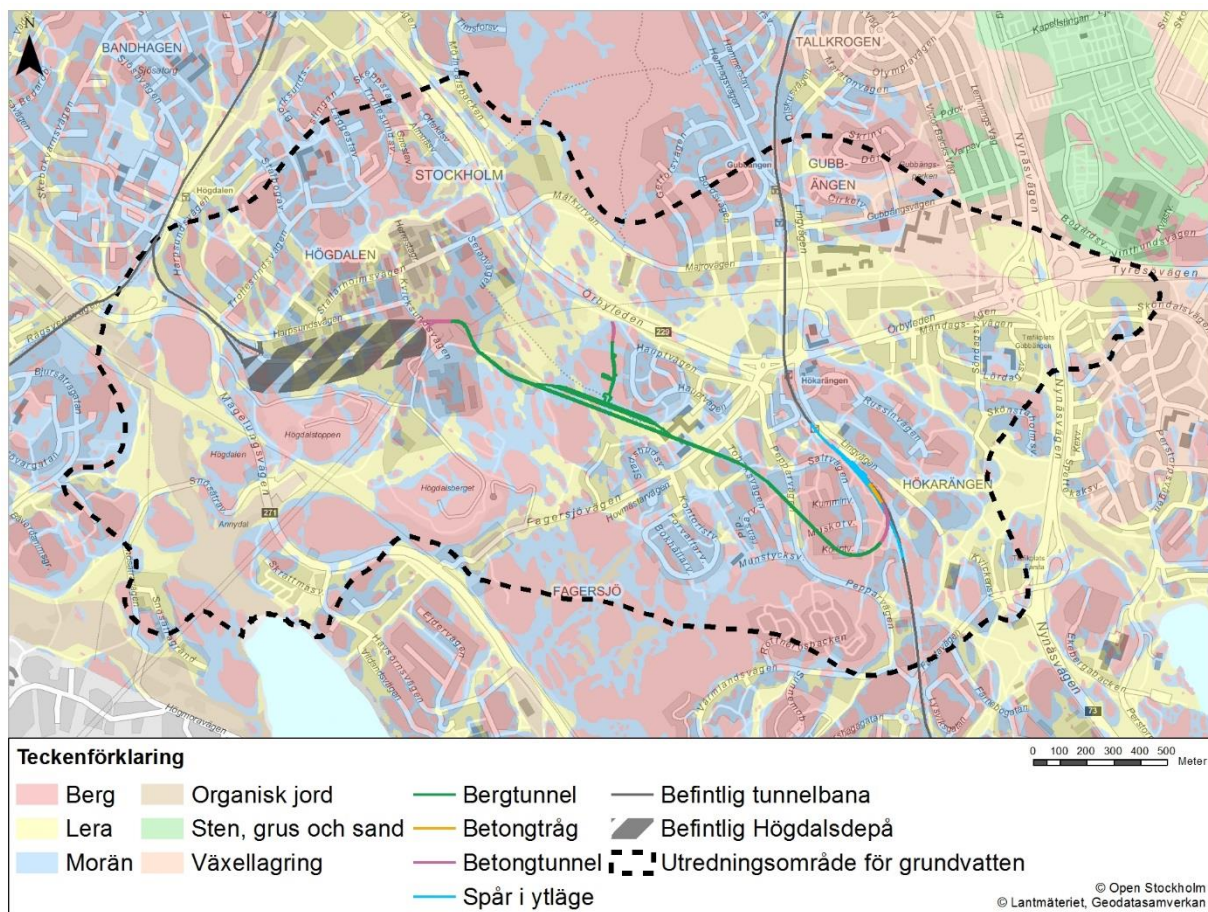
I projektet används SWEREF 99 18 00 som referenssystem. Samtliga angivna höjder i aktuellt dokument hänför sig till Rikets Höjdsystem 2000 (RH2000).

2.2 Geologiska förhållanden

Nedan ges en översiktlig beskrivning av geologiska förhållanden längs med planerade anläggning. För en mer detaljerad beskrivning, se PM Hydrogeologi, Bilaga C till ansökan.

2.2.1 Jord

Jordarterna inom området för planerad anläggning består, enligt byggnadsgeologiska kartan, främst av berg med ovanliggande friktionsjord, se Figur 2. Friktionsjordens mäktighet uppgår till mellan 0 och 10 meter. Inom områdets norra delar finns ett större lerområde, Gubbängsfältet. Lerområdet sträcker sig mellan bergområdena i östvästlig riktning. Lerans mäktighet i detta område är cirka 7-8 meter. Lera förekommer även i anslutning till området för befintlig Högdalsdepå. Lerans mäktighet i detta område är cirka 7 meter. Fyllnadsmassor förekommer inom befintligt deponiområdet, vid Högdalstopparna, samt i anslutning till bebyggelse i Hökarängen. Sonderingar i de norra delarna av deponiområdet visar på fyllningsmäktigheter på cirka 30 meter. Generellt återfinns även fyllningsmassor ovan naturliga jordlager inom bebyggda områden. Berg i dagen samt block förekommer frekvent i området.

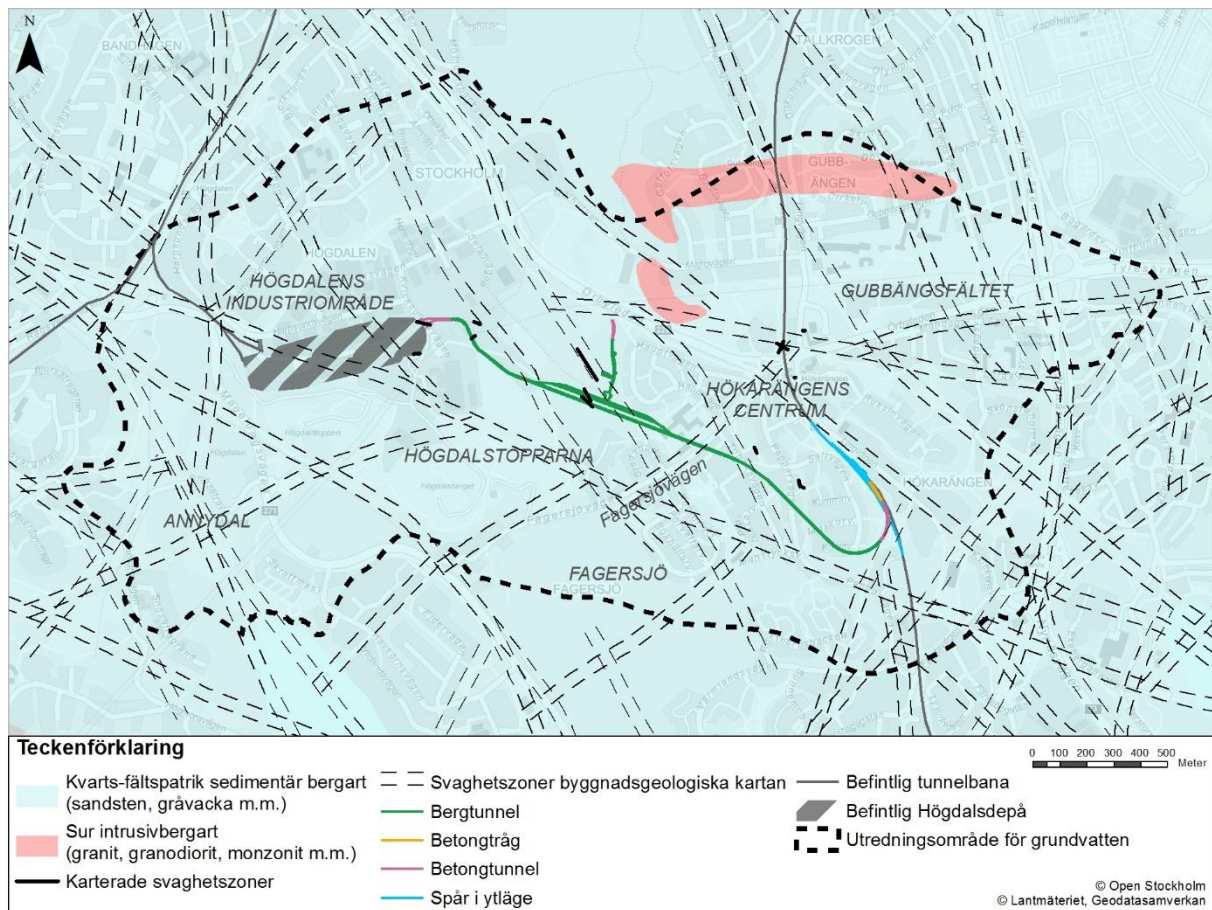


Figur 2 Jordarter längs med planerad anläggning.

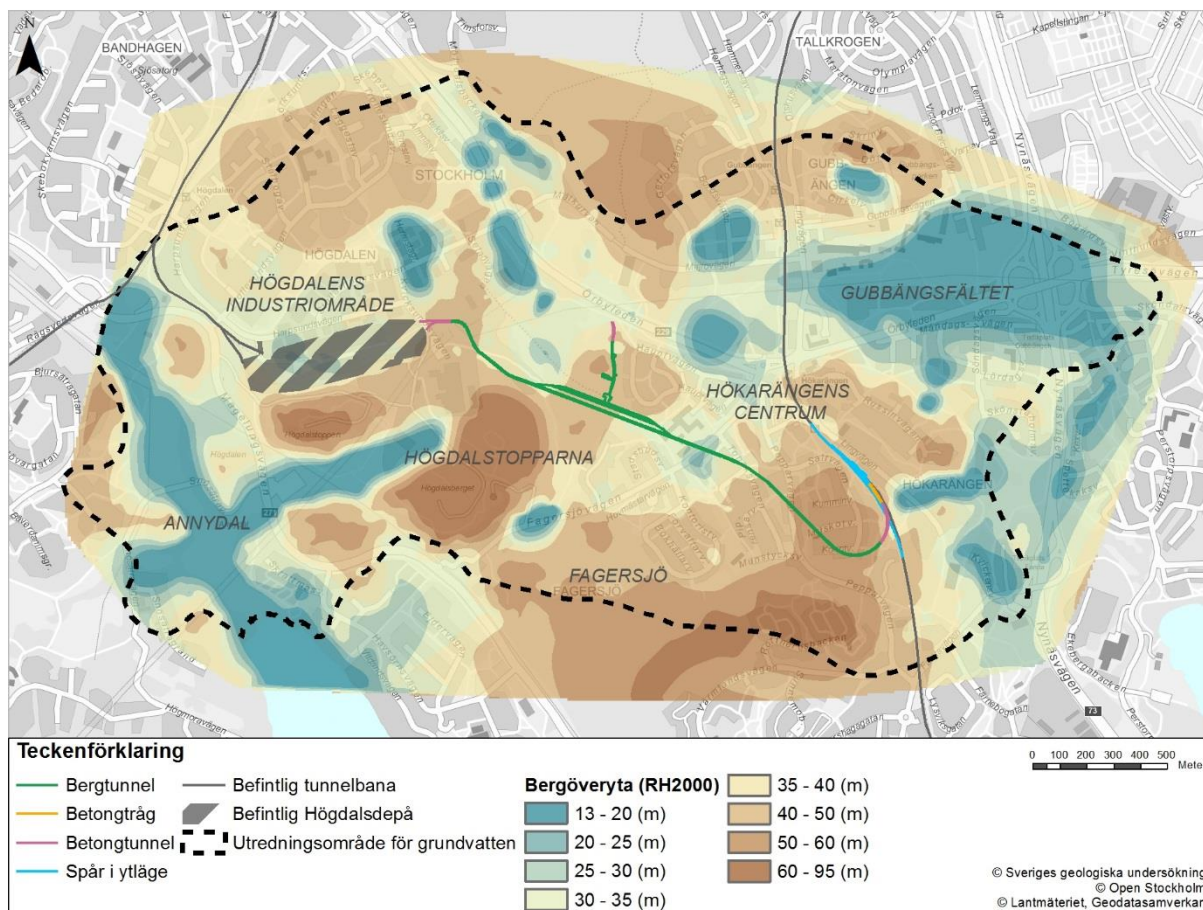
2.2.2 Berg

Berggrunden inom området för planerad anläggning utgörs av kristallin berggrund. Den ursprungliga sedimentära berggrunden i området har blivit utsatt för en migmatisering under plastisk deformation vilket bildat en åderrik migmatiserad sedimentärgnejs. Ådergnejs är den dominerande bergarten längs spårsträckningen.

Stråk med svaghetszoner förekommer längs med hela sträckningen, se Figur 3. Förekomsten av svaghetszoner baseras på byggnadsgeologiska kartan samt utförda karteringar. Svaghetszonerna är till största delen orienterade i nordvästlig-sydöstlig riktning. Tvärs anslutning till Farstagrenen sträcker sig en svaghetszon vid Fagersjövägen. I anslutning till uppställningshallen under mark identifieras flera parallella svaghetszoner mitt på sträckningen av bergtunnlarna. Bergytans topografi varierar med sänkor och bergsryggar, se Figur 4. Längs anläggningens sträckning förekommer ett antal mindre sänkor. Den största sänkan sträcker i nordvästlig riktning längs Fagersjövägen och utgör en förgrening av Gubbängsfältet.



Figur 3 Översikt av tolkade svaghetszoner och SGU:s karta med bergarter inom utredningsområdet. Observera att SGU alltid visar ursprungsbergart, vilket betyder att bergarterna i området kan vara omvandlade men har ursprung i dessa bergarter.



Figur 4 Tolkad bergöveryta längs med planerad anläggning. Tolkningen baseras på utförda jordbergsonderingar samt på uppgifter från brunnarkivet.

3 Planerade tunnlar och tillhörande anläggningar

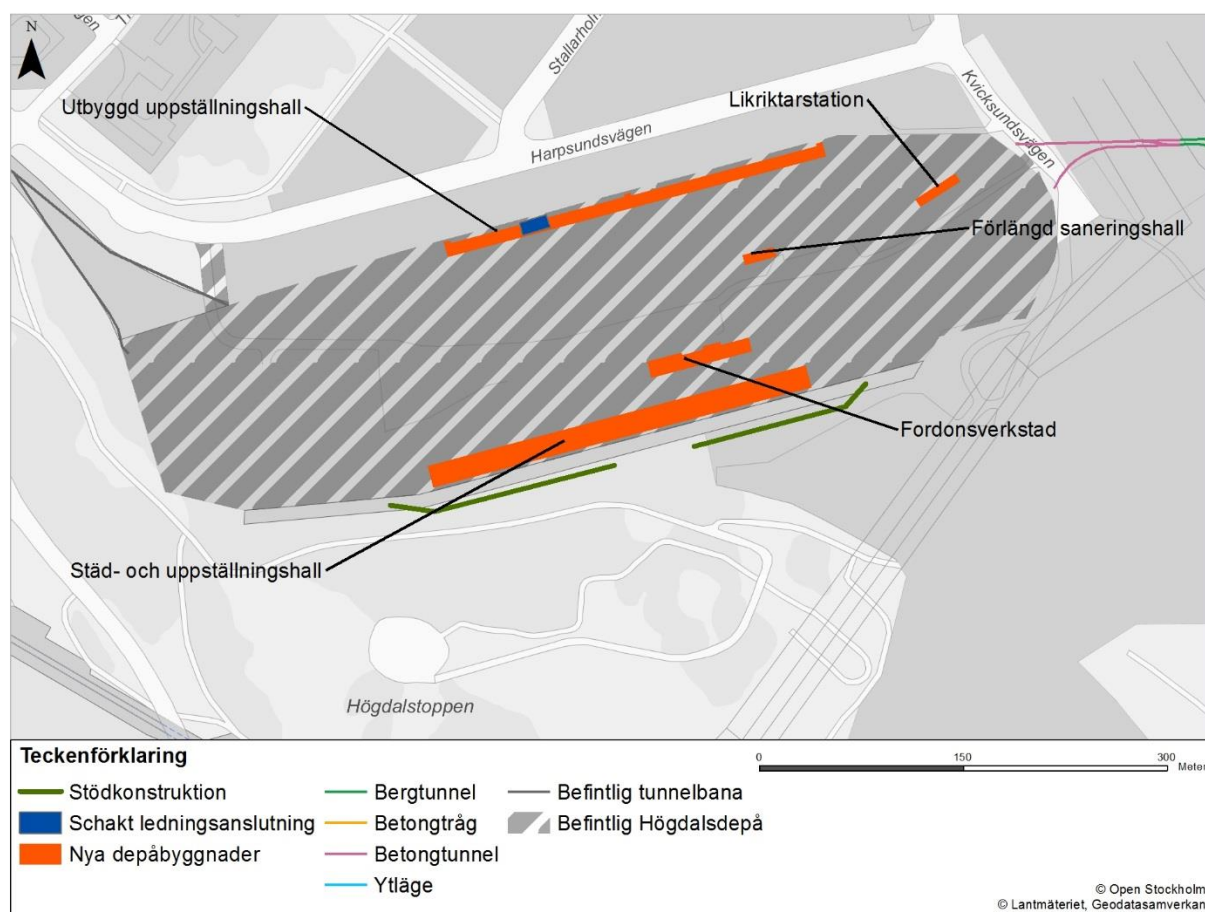
I nedanstående kapitel ges en mer detaljerad beskrivning av de huvudsakliga anläggningsdelarna. Fokus är lagd på de delar av anläggningen som kräver tillstånd för vattenverksamhet, det vill säga de anläggningsdelar som kommer att utföras under grundvattenytan.

3.1 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 A5. Några av schakten kan komma att flyttas något i samband med detaljprojekteringen. Inom depåområdet planeras även för schakt för ledningsanslutning till dag- och spillvattenledningar. Schaktlängd och schaktbredd kommer att uppgå till cirka 4 meter respektive cirka 2 meter. Schaktdjupet kommer att uppgå till cirka 5 meter. 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 eventuellt 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 är inte tillståndspliktig, då inga skador kan ske till följd av bortledningen.



Figur 5. Planerade arbeten inom och i närheten av befintlig Högdalsdepå, preliminära placeringar.

3.2 Spårtunnlar och uppställningshall under mark

De olika anläggningsdelarna beskrivs nedan och illustreras i figur 6 till Figur 8. Invändiga konstruktioner i samtliga tunnlar utgörs av ballast, spåranläggningen samt ledningspaket för vatten och kraftförsörjning. Profilritningar för spårtunnlar och uppställningshall under mark redovisas i Bilaga A3.

3.2.1 Västra anslutningsspåret

Profilritningar för det västra anslutningsspåret redovisas i Bilaga A3.1-A3.2

Km 10+400 - km 10+300 (betongtunnel)

Från befintlig Högdalsdepå övergår de ytliga spåren till två enkelspårtunnlar i betong. Vid cirka km 10+350 går de båda enkelspårtunnlarna ihop till en dubbelspårig betongtunnel som övergår till bergtunnel vid cirka km 10+300. Den dubbelspåriga betongtunneln utformas med en gångväg bredvid spåren. Gångvägen anläggs för att personal ska kunna ta sig mellan befintlig Högdalsdepå och den nya uppställningshallen under mark. Betongtunneln är totalt cirka 120 meter lång.

Enkelspårtunnlarna är cirka 5,5 meter breda och cirka 6,3 meter höga medan dubbelspårtunneln är cirka 11,3 meter bred och cirka 6,8 meter hög. Normalsektion för enkel-, respektive dubbelspårtunnlarna i betong redovisas i Bilaga A3.10.

Anläggning av betongtunneln utförs genom ett som mest cirka 15 meter djupt schakt i berg. Schaktens bredd för enkelspårtunnlarna är cirka 12 meter och för dubbelspårtunneln cirka 25 meter. Lägsta schaktbottennivå för betongtunnlarna är cirka +29,5.

Km 10+300 - km 9+850 (bergtunnel)

Mellan bergpåslaget för betongtunneln och den nya uppställningshallen under jord anläggs en cirka 480 meter lång dubbelspårtunnel i berg med ett utrymme för gångväg. Dubbelspårtunneln är cirka 9,7 meter bred och cirka 6,2 meter hög. Normalsektion för dubbelspårtunnel i berg redovisas i Bilaga A3.9.

Tunnelns tak ligger cirka 8 till 28 meter under markytan. Bergtäckningen, det vill säga avståndet mellan bergytan och tunnelns tak, är mellan cirka 5 och 18 meter.

3.2.2 Uppställningshall under mark

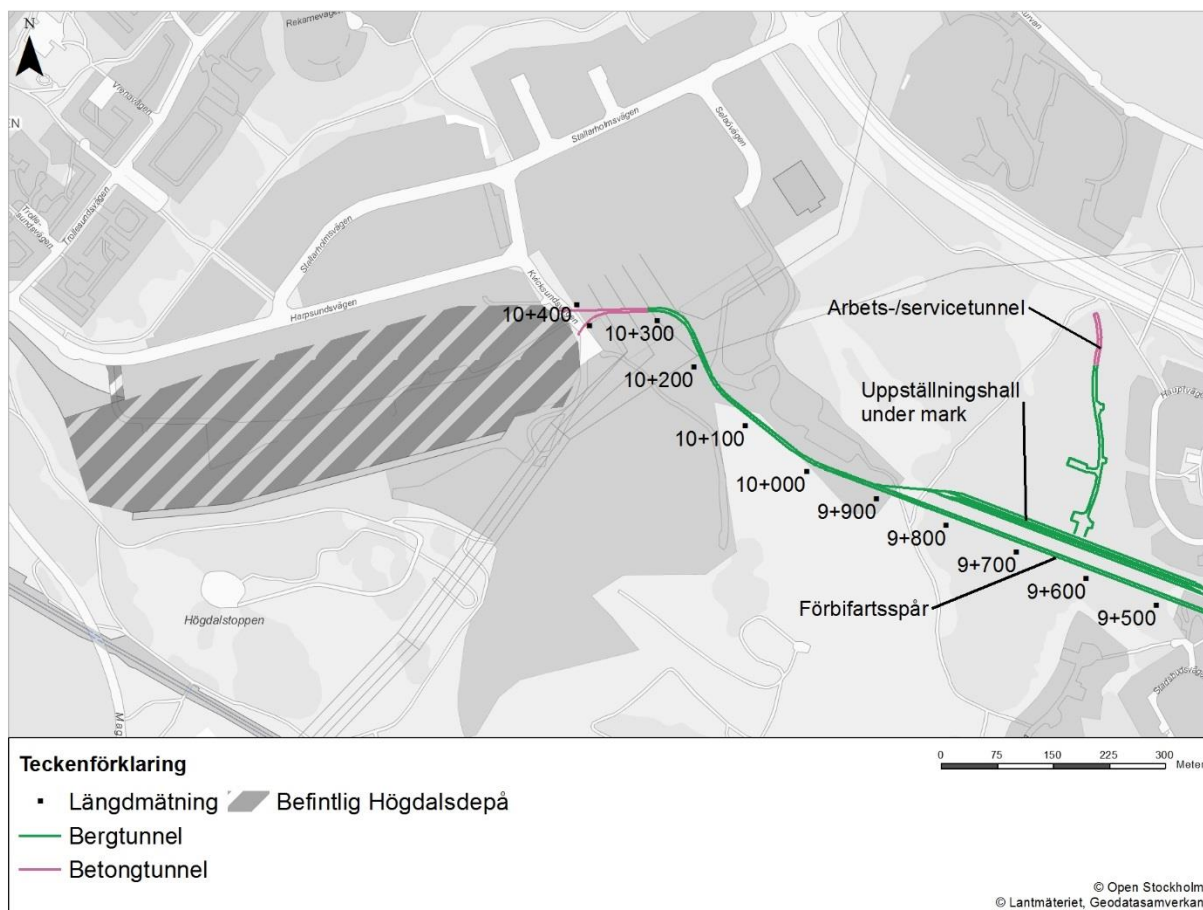
Km 9+850 - km 9+350 (uppställningshall och förbifartsspår under mark)

Uppställningshallen kommer att utformas som bergtunnel med fyra uppställningsspår. Söder om uppställningshallen anläggs också ett förbifartsspår under mark. Uppställningshallen är cirka 400 meter lång, cirka 17,4 meter bred och cirka 7,5 meter hög. Normalsektion för uppställningshallen redovisas i Bilaga A3.8.

Tunneln för förbifartsspåren är cirka 9 meter bred och 6 meter hög.

Tunnlarnas tak ligger cirka 15 till 25 meter under markytan. Bergtäckningen uppgår generellt till mellan cirka 9 och 25 meter. Vid cirka 9+200 finns en svacka i terrängen där bergtäckningen är cirka 5 meter.

Mellan tunneln för förbifartsspåret och uppställningshallen under mark ska fem stycken tvärtunnlar byggas. Läge för tvärtunnlarna framgår av Bilaga A2.2. Tvärtunnlarna kommer att fungera som insatsvägar och utrymningsvägar samt vid underhållsarbeten under tunneldriften. Den mittersta tvärtunneln är cirka 12,5 meter bred och cirka 7 meter hög. De fyra övriga tunnlar är cirka 4 meter breda och cirka 6 meter höga.



Figur 6. Västra anslutningsspåret och uppställningshall under mark.

3.2.3 Anslutning till Farstagrenen

Profilritningar för anslutningsspåret till Farstagrenen redovisas i Bilaga A3.3-A3.5.

9+350 - km 8+370 (bergtunnel)

Öster om uppställningshallen i mark fortsätter tunneln som dubbelspårtunnel i berg fram till cirka km 8+400. Tunneln är längs denna delsträcka cirka 9,9 meter bred och 6,2 meter hög.

Normalsektion för dubbelspårtunneln redovisas i Bilaga A3.9. Tunneln är cirka 950 meter lång och passerar under bland annat Fagersjövägen, Tobaksvägen, Pepparvägen och Saltvägen innan den övergår till betongtunnel vid cirka 8+370. Tunnelns tak ligger cirka 20 till 30 meter under markytan. Bergtäckningen här varierar mellan 30 och 5 meter. Svackor i berget finns vid passagen under Fagersjövägen (cirka 9+200) samt vid passagen under Pepparvägen (cirka 8+800).

Längs tunnelsträckningen finns ett antal mindre tekniskiser, se Bilaga A2.2 och Bilaga A.2.3 .

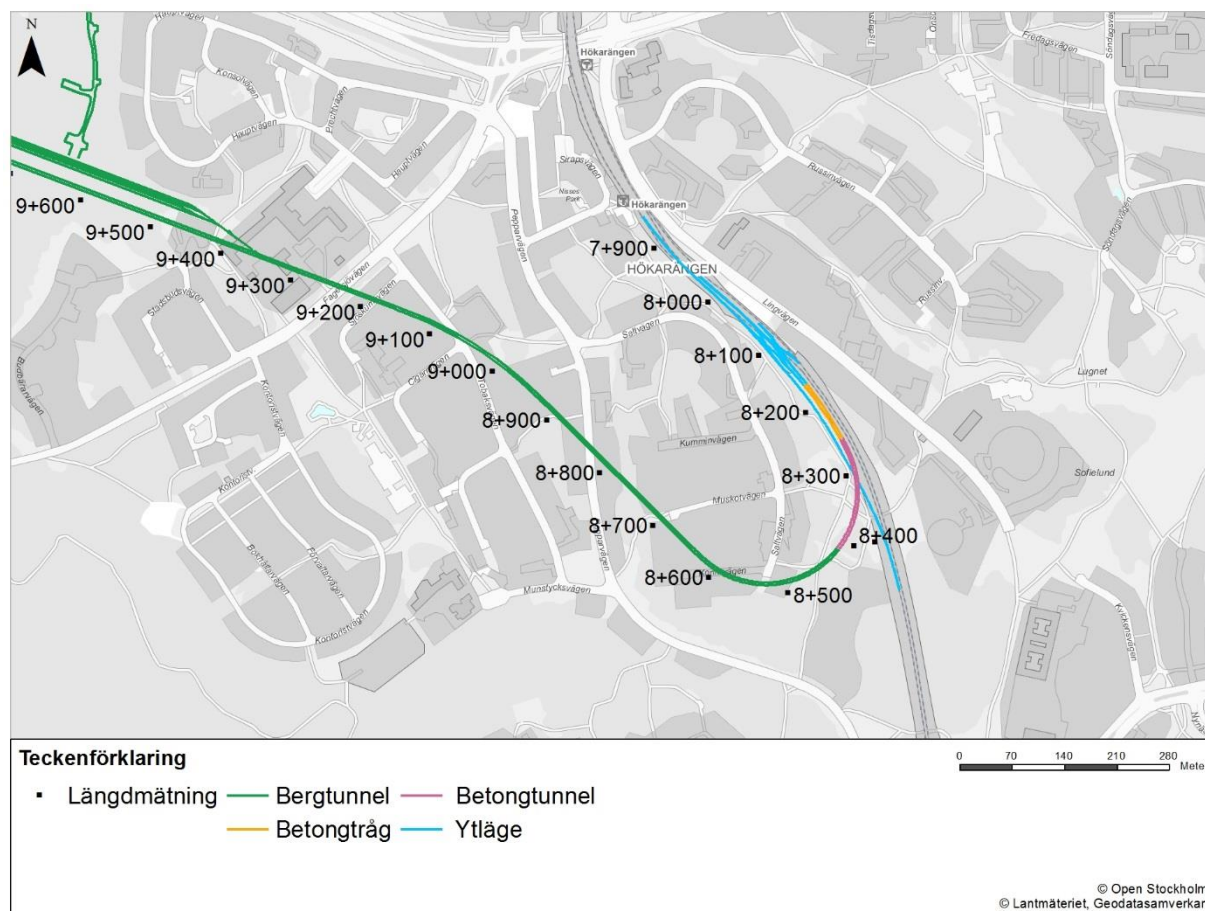
8+370 - km 8+150 (betongtunnel och betongtråg)

Vid cirka km 8+370 övergår bergtunneln till en betongtunnel följt av ett betongtråg som ansluter till markytan vid cirka km 8+150. Betongtunneln är cirka 115 meter lång och betongtråget cirka 90 meter långt.

Betongtunneln är cirka 10,5 meter bred och cirka 7 meter hög. Normalsektion för dubbelspårtunnel i betong redovisas i Bilaga A3.10.

Anläggning av betongtunneln utförs genom ett cirka 10 meter djupt schakt i berg. Schaktets bredd varierar mellan 14 och 17 meter. Lägsta schaktbottennivå för betongtunneln är cirka +34. Ett tillfälligt bergschakt kommer också att utföras som en arbetsväg ned till tunneln. Arbetsvägen

passerar över bergtunneln med schaktbotten på cirka +50. Därefter går den nedåt för att ansluta vid det öppna schaktet för betongtunneln på cirka +35. Bredden på schaktet för arbetsvägen är cirka 10 meter. Läge för de öppna schakterna framgår av Bilaga A5.2.



Figur 7. Anslutningsspåret till Farstagenren.

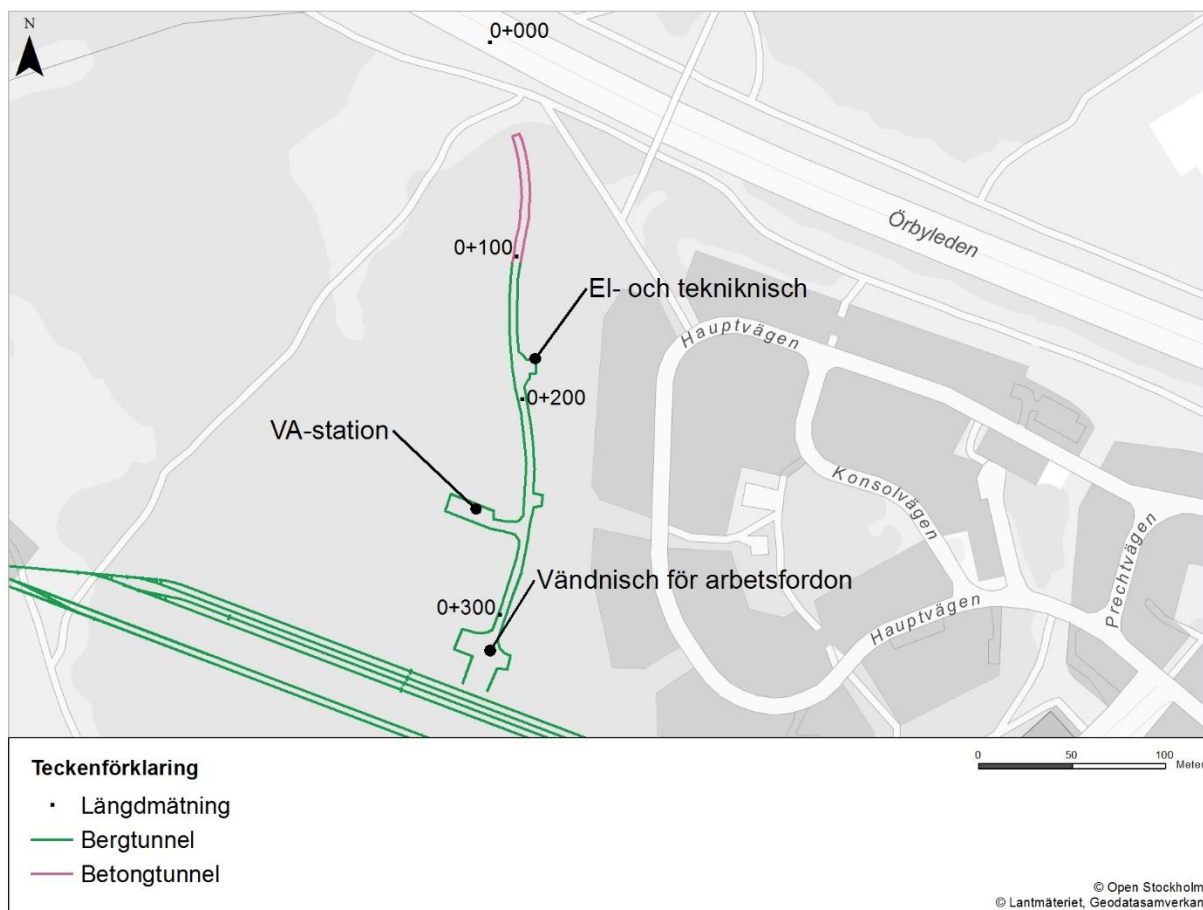
3.2.4 Arbets-/servicetunnel

Norr om uppställningshallen under mark och i riktning mot Örbyleden anläggs en arbets-/servicetunnel, se Figur 8. Under byggtiden kommer arbetstunneln att användas för utlastning av bergmassor och införsel av material. Efter byggtiden kommer arbetstunneln att permanentas och fungera som servicetunnel.

Från uppställningshallen under mark till km 0+104 utförs arbets-/servicetunneln som en bergtunnel. Från km 0+104 till km 0+055 anläggs en betongtunnel eftersom bergtäckning saknas.

Anläggning av betongtunneln utförs genom ett som mest cirka 16 meter djupt schakt, huvudsakligen i berg. Schaktets bredd är cirka 19 meter. Lägsta schaktbottennivå för betongtunneln är cirka +28. Bergtunneln är cirka 5,4 meter bred och cirka 7 meter hög. Betongtunneln är cirka 5,7 meter bred och 7,8 meter hög. Profilirtningar för arbets-/servicetunneln redovisas i Bilaga A3.6. Normalsektion för arbets-/servicetunneln redovisas i Bilaga A3.8.

I arbets-/servicetunneln vid cirka km 0+250 anläggs en VA-station som tar emot vatten från hela anläggningen. Längs arbets-/servicetunneln anläggs också nischer för bland annat vändning av fordon och tekniska installationer.



Figur 8. Arbets-/servicetunnel.

4 Byggmetoder – generell beskrivning

Uppställningshallen och spårtunnlarna kommer att förläggas i berg. Schakt genom jordlagren till berg kommer att utföras för betongtunnlar vid arbets-/servicetunneln, vid västra anslutningen och vid anslutningen till Farstagrenen. Vid anslutningen till Farstagrenen schaktas även i jord och berg för betongtråg.

Inne på depåområdet kommer schakt i jord och berg att utföras för ledningsanslutning samt ett antal nya byggnader och ombyggnationer.

I nedanstående avsnitt ges en översiktlig beskrivning av byggmetoder i berg och jord.

4.1 Arbete i berg

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

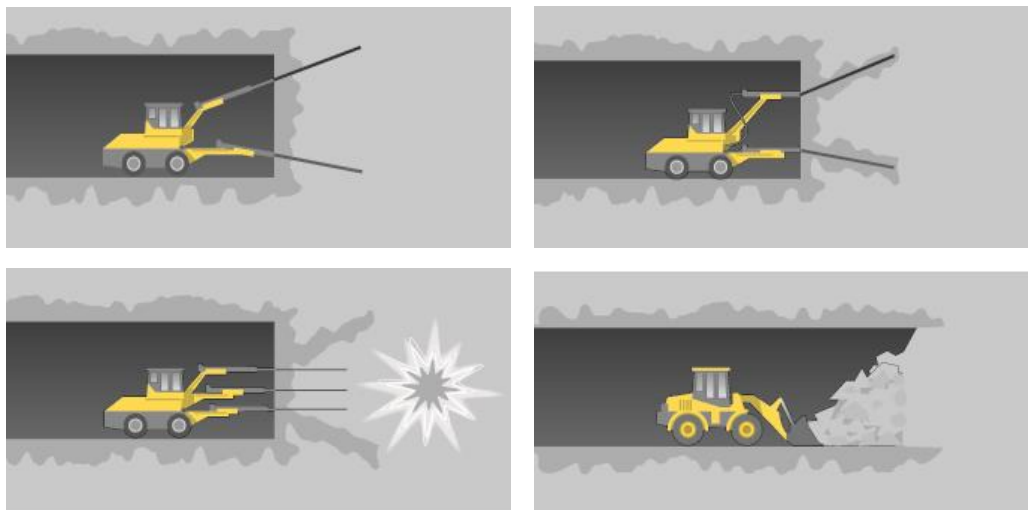
4.1.1 Tunnlar och uppställningshall under mark

Spårtunnlarna och uppställningshallen under mark kommer till största delen att anläggas i berg och huvudsakligen utföras med den konventionella bergschaktmetoden, borrhning och sprängning. Denna metod är den i Sverige vanligast förekommande och omfattar följande arbetsmoment: förinjektering, salvborrhning, laddning och sprängning, utlastning, bergrensning och bergförstärkning, se figur 9 nedan. Alternativa bergschaktmetoder såsom vadersågning kan också bli aktuellt.

Det första momentet är förinjektering. Syftet är att med injekteringsbruk täta det närmast omgivande bergets sprickor för att på så sätt minimera inläckage av grundvatten till tunneln. En förinjektering utförs genom ett antal borrhål som borrar runt tunnelns ytterkant. Längden på borrhålen är vanligtvis cirka 20 meter. Därefter pumpas injekteringsmedel in i borrhålen och ut i bergsprickor. När bruket stelnat har det bildats en tät zon runt den blivande tunneln. Kontroll av utförd injektering kan utföras innan salvborrhningen påbörjas samt senare under tunneldrivningen.

Nästa moment är borrhning av salvhålen. Hålen, och därmed salvlängden, anpassas med hänsyn till risker för skador till följd av vibrationer. Normalt borrar cirka 100-250 salvhål i tunneln. Efter borrhningen laddas hålen med sprängämne. Laddningen sprängs och tunneln ventileras på spränggaser innan utlastning av bergmassor kan påbörjas. Sprängningen sker enligt ett förutbestämt mönster för att berget ska falla ut på rätt sätt. Under normala förhållanden genomförs ungefär en sprängning per dygn. Vissa sträckor kan kräva försiktigt berggutttag, vilket innebär fler sprängningar per dygn men med kortare salvlängd.

Bergförstärkning utförs i normalfall med sprutbetong och bultar. Om bergtäckningen är liten, bergkvaliteten är kraftigt nedsatt eller om drivningen sker vid passager nära känsliga objekt kan andra typer av förstärkning behövas. I dessa områden anpassas även drivningen efter föreliggande förhållanden.



Figur 9 Bergschaktmetod: borrhning och sprängning.

I övergångarna mellan jord och berg sprängs berget i öppna schakter med konventionell ovanjordssprängning. Ovanjordssprängning följer i princip samma arbetsmoment som för sprängning under jord med eventuella behov av tätning och förstärkning. Anpassningar och kontroll för sprängning görs även för luftstöt vågor.

Tunneln kommer drivas från arbets-/servicetunneln och ut mot respektive anslutningsspår. Drivning kommer också ske från Farstagrenen och västerut, cirka 600 meter.

4.1.2 Tätning

Tätning mot inläckande grundvatten kommer huvudsakligen ske med systematisk förinjektering med injekteringsmedel. Dimensioneringen av förinjekteringen baseras på ett antal parametrar där de mest grundläggande är:

- Krav på maximalt tillåten grundvatteninläckning
- Bergmassans vattenförande egenskaper
- Grundvattentrycket
- Injekteringsbrukets egenskaper
- Kvaliteten på utförandet av tätningsarbetena

Redan i projekteringsskedet bedöms ovanstående parametrar genom mätningar och provningar. Även förutsägelser om bergets vattenförande egenskaper och injekteringens förväntade effektivitet upprättas. Tekniska lösningar som är anpassade efter de förväntade förutsättningarna utformas och åtgärder förbereds som kan vidtas om avvikelser skulle påträffas. Arbetssättet följer principerna i den så kallade observationsmetoden. Det innebär bland annat att i samband med tunneldrivningen kommer tillkommande information om bergets vattenförande egenskaper nyttjas för att uppdatera injekteringsbehovet så att önskad täthet kan uppnås.

Utbyggnaden av tunnelbanan förväntas huvudsakligen att utföras i för Stockholmsområdet normala bergförhållanden. Injekteringskonceptet är baserat på erfarenheter från flera utförda stora projekt i Stockholmsområdet, till exempel Norra Länken och Citybanan. Baserat på erfarenheterna från tidigare projekt är det troligt att krav på täthet kan uppfyllas med kontinuerlig förinjektering. Normalt erfordras enbart en injekteringsomgång men vid behov utförs kompletterande injekteringsomgångar. Två typinjekteringsklasser bedöms behöva användas:

- Injekteringsklass 1: Injektering med en omgång, med tillhörande kriterier för kompletterande injektering baserat på resultatet av den första omgången.
- Injekteringsklass 2: Injektering med två omgångar där dimensioneringen indikerar att resultatet i injekteringsklass 1 inte kommer att uppfylla ställda krav på täthet eller acceptabel omgivningspåverkan. Kriterier för kompletterande injektering ska tillämpas baserat på resultatet av den andra omgången.

Injekteringsklass väljs utifrån vilken tätningseffekt som krävs för att uppnå ställda krav på täthet. Injekteringsklass 1 bedöms vara den primära injekteringsklassen. Injekteringsklass 2 tillämpas i områden där injekteringsklass 1 inte anses vara tillräcklig, vilket kan vara i områden som konstaterats vara känsliga för grundvattenavsänkning eller områden med högt grundvattentryck och hög transmissivitet i berget.

Under anläggningsskedet kommer bergets vattenförande egenskaper och injekteringens funktion verifieras genom kontroller och observationer. Inför anläggningsskedet har även kontrollparametrar tagits fram som möjliggör att byta injekteringsklass efter utvärdering av utförd tätning.

4.1.3 Bergförstärkningar

I samband med schaktarbeten i berg utförs den permanenta förstärkningen som i huvudsak utgörs av fiberarmerad sprutbetong och ingjuten bult. Förstärkningsåtgärderna kommer normalt att ske med så kallade typförstärkningar, vilka bland annat är kopplade till bergets kvalitet.

Större delen av spårsträckan innefattas av typförstärkningar. Dessa kan dock komma att anpassas med avseende på bultlängder och bultavstånd beroende på lokala bergförhållanden.

I mindre omfattning kommer specifik förstärkning att behövas (förstärkning som skiljer sig från typförstärkning). Det kan komma att gälla följande avsnitt av anläggningen:

- Öppna schakt.
- Bergpåslag.
- Försvarsarbeten med stor spännvidd för eventuella framtida uppställningshallar på östra respektive västra sidan vid cirka km 9+320 och 9+860.
- Ett avsnitt vid ca km 9+200 där det finns en svacka i bergöverytan (passage under Fagersjövägen).
- Arbets-/servicetunneln vid svacka, cirka km 0+150.
- Områden med nedsatt bergkvalitet.

Typ av specifika förstärkningar anpassas för respektive plats. Aktuella metoder kan vara exempelvis bultning, sprutbetong, platsgjuten betong, sprutbetongbågar och/eller spiling (horisontella bultar som borrar framför tunnelfronten för att öka stabiliteten).

4.2 Öppna schakt i jord och berg

4.2.1 Öppna schakt

Schakt i jord och berg under grundvattenytan kommer att utföras för betongtunnlar vid anslutningen till Högdalsdepån, vid anslutningen till Farstagrenen samt vid arbets-/servicetunneln. Vid anslutningen till Farstagrenen utförs även schakt för betongtråg. Schaktarbeten kommer även utföras inom befintlig Högdalsdepå för ny fordonsverkstad, för ny ledningsanslutning samt för stödmur och nya uppställningsspår söder om befintlig depå. Lägen för de öppna schakterna framgår av Bilaga A5.

Där utrymme finns och vid begränsade schaktdjup kan jordschakt utföras som schakt med slänter. Oftast krävs dock att en temporär stödkonstruktion (spont, slitsmur, sekantpålar eller motsvarande) används för att förhindra jordmassor och grundvatten från att komma in i schakten. Stödkonstruktioner används även då det finns begränsat utrymme för slänterna.

4.2.2 Spont- och stödkonstruktion

Spont

Tätspont finns i olika dimensioner och stålprofiler. Sponten slås, trycks eller vibreras ner i jorden. Spontplankorna är försedda med så kallade spontlås som förenar plankorna och gör väggen tät och styv. När sponten når berg kan spontväggen förankras i berg med ståldubb.

Rörspont kan göras täta eller dränerande och består av stålrör som borrar ner till och in i berget. För tät rörspont borrar rören intill varandra och sammanfogas med spontlås. För dränerande rörspont borrar stålrören ner med ett bestämt avstånd och plåt svetsas mellan rören. Dimensionen på stålrören kan varieras och rören kan fyllas med betong och även kompletteras med stålbalkar för att öka styvheten. Borrade tät rörspont är lämplig vid svårare markförhållanden som fastare och blockrik friktionsjord tillsammans med höga grundvattennivåer.

Även om en spontkonstruktion görs tät finns ändå ett visst inläckage i schakten.

Slitsmur

Slitsmurar tillverkas genom att vertikala slitsar eller paneler schaktas i jorden. 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. Slitsmurens styvhet anpassas genom att variera slitsen tjocklek och armeringsmängd.

Sekantpålar

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.

Stabilisering av stödkonstruktion

Stödkonstruktionens väggar måste stöttas för att kunna bära trycket från jord, vatten och yttre laster. Efter varje schaktetapp monteras horisontella hammarband på stödkonstruktionens vägg som fördelar trycklasten längs med sponten. På hammarbandet monteras stabiliseringselement i form av bakåtförankrade stag eller stämp.

Inom partier där djupet till berg är grundare än cirka 30-35 meter kan stabiliseringen utföras som förankring med lutande dragstag av ställinor, som borras ner i och injekteras fast i berg. Oberoende av djup till berg kan stödkonstruktionen också stabiliseras med stämp. 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.

Vid schakt djupare än cirka 4 meter erfordras stabilisering på flera nivåer. För tunnelbanans jordschakt kommer stödkonstruktioner till berg att användas. I de fall stag används under grundvattenytan kommer de att tätas.

Där det ska utföras bergschakt inom stödkonstruktionen kommer en kantbalk att gjutas mot stödkonstruktionens fot för att säkra ett horisontellt stöd under bergschakten.

Tätning

Tätningåtgärder kommer att vidtas för att undvika grundvattenavsänkningar utanför stödkonstruktionen. Det görs genom injektering i berg genom så kallad ridå- och botteninjektering samt i jord genom kontakt- och jetinjektering. Ridåinjektering innebär att borrhål borras utanför sponten ned i berget varefter injekteringsmedel trycks ut. Botteninjektering innebär borrhål och injektering genom schaktbotten. Kontakt- och jetinjektering tätar eventuella hålrum mellan stödkonstruktionens nedre del och bergytan samt jorden bakom stödkonstruktionen och säkerställer att vatten inte tränger förbi spontlås eller ojämnheter.

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

4.3 Permanenta betongkonstruktioner

Vid alla anslutningar av schakt till markytan kommer de temporära konstruktionerna i jord och berg att ersättas av täta konstruktioner i form av betongtråg och betongtunnlar mellan färdig mark och anslutning till bergtunnel. Bergbotten i betongtunnlar och betongtråg tätas med

botteninjektering. Under grundvattenytan utförs betongtråg och betongtunnlar med vattentät betong.

När betongarbetena är färdigställda sker återfyllnad av jord runt anläggningen alternativt så däckas hela anläggningen över och marken återställs.

Permanent betongkonstruktioner utförs även i bergtunnlarna för bland annat VA-station och för väggar i tvärtunnlarna.

4.4 Hantering av massor

Den huvudsakliga volymen av tunnelberg kommer att tas ut från arbetstunneln. En mindre andel tunnelberg kommer även att tas ut från tunnelmynningen vid Farstagrenen. I Stockholmsområdet finns ett stort behov av bergmassor och inom ramen för projektet har en masshanteringsplan tagits fram som beskriver detta behov. Om möjligt kommer bergmassorna att återanvändas i närområdet.

Mängden bergmassor som kommer tas ut beräknas till cirka 280 000 m³. Beroende på svårigheter att spränga exakt efter konturen kommer den verkliga utsprängda volymen berg att överstiga den beräknade mängden med ett antal kubikmeter. Beräknad volym bergmassor för projektet har därför avrundats uppåt, men kan ännu inte beräknas exakt då detaljprojekteringen inte är klar.

Vid tunnelmynningar och vid arbetstunneln kommer jordschakt att utföras. Volymen jord som kommer att tas ut är begränsad och beräknas till cirka 56 000 m³. I stort sett all denna volym jord planeras att transporteras bort till extern mottagare.

Berg- och jordmassorna transporteras med lastbil från arbetstunneln och vidare till mottagningsanläggningar och/eller anläggningsverksamheter. 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. Kross och upplag kommer i så fall att anmälas till kommunen.

En översiktlig bedömning visar på cirka 80 masstransporter per dygn från arbetstunneln när arbetet med tunneldrivningen är som mest intensiv. Varje lastbil kör fram och tillbaka vilket innebär som mest 160 fordonsrörelser per dygn från respektive tunnelmynning för masstransporter från arbetstunneln för masstransporter. 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, utom arbetstunneln, gäller för kortare perioder av byggskedet när arbetet är som mest intensivt.

Utöver transporter från arbetstunneln och från Farstagrenens tunnelmynning kommer mindre mängder berg- och jord transporteras bort från de platser där ovanmarksanläggningar byggs. Under de första åren kommer masstransporter att dominera transportflödet, men under de sista åren kommer det att vara mer intransporter av byggmaterial.

4.4.1 Hantering av förorenade massor

Provtagning av jord har skett inom sträckningsområdet för spår, tunnelsträckning, etableringsytor samt inom befintlig depå. Utifrån markundersökningar genomförda under 2016-2019 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 området för planerad anläggning, med tanke på tidigare verksamheter som förekommit på platsen.

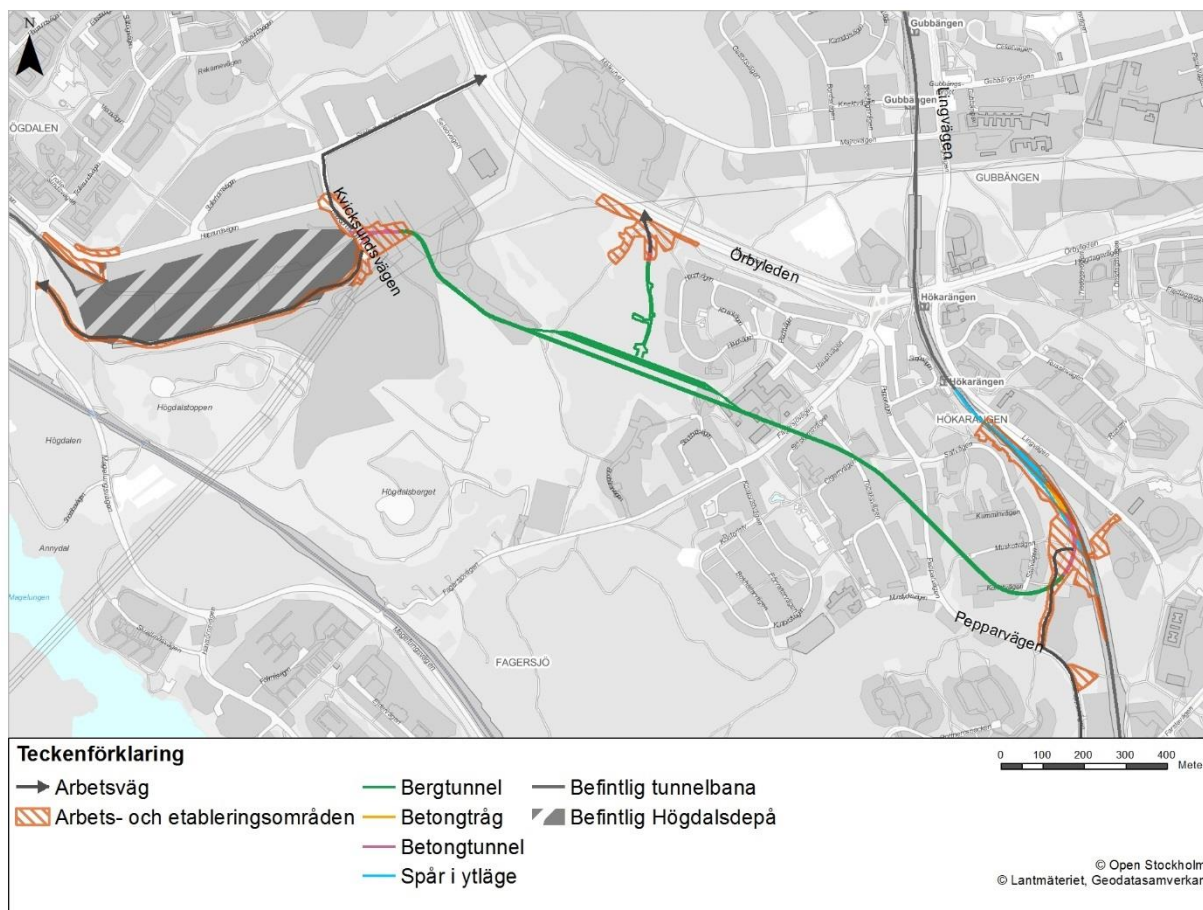
Uppmätta föroreningshalter jämförs med Naturvårdsverkets riktlinjer för känslig markanvändning (KM) och mindre känslig markanvändning (MKM). Förhöjda halter har framförallt påträffats i anslutning till Högdalstopparna. Det gäller metaller, PAH och PCB.

Det befintliga depåområdet har i tidigare undersökningar uppvisat höga föroreningshalter av metaller i analyserade markprover. Kompletterande analys med avseende på bekämpningsmedel har gjorts i en provpunkt belägen söder om uppställningshallen ovan mark inom den befintliga Högdalsdepån. Analyssvaren uppvisar förhållandevis låga föroreningshalter.

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.

4.5 Arbets- och etableringsområden samt arbetsvägar

En översikt av arbets- och etableringsytor samt arbetsvägar redovisas i Bilaga A5 samt figur 10 nedan.



Figur 10. Arbets- och etableringsytor samt arbetsvägar.

4.5.1 Arbets- och etableringsområden

Etableringsytor och arbetsområden kommer att behövas vid samtliga tunnelmynningar och öppna schakt, se Bilaga A5. Eftersom spårtunnlar, uppställningshall och arbets-/servicetunneln till övervägande del byggs som tunnel i berg kommer det generellt att behövas få etableringsytor och arbetsområden i ytläge. Etableringsytor och arbetsytor kommer endast tas i anspråk temporärt under byggtiden.

Etableringsytor är ytor för kontor och personalbodars, uppställning av byggkranar och arbetsfordon, dagvattenhantering samt för att tillfälligt förvara byggmaterial, teknisk utrustning och inredning med mera. Inom arbetsområden genomförs byggarbeten, exempelvis spantning och schaktning. Som beskrivs under kapitel 4.4.1 kan hantering av massor vara aktuellt inom vissa arbets- och etableringsområden.

Förvaring av bränsle, miljöfarliga kemikalier, brandfarliga produkter och sprängämnen inom arbetsområdena kommer att minimeras och krav kommer att ställas på att ämnena hanteras med erforderliga skyddsanordningar för uppsamling av eventuellt spill, påkörningsskydd med mera. För kemikaliehantering gäller Region Stockholms riktlinjer för kemikaliehantering.

Arbets-/servicetunnel

Vid arbets-/servicetunneln planeras etableringsytor för bland annat platskontor, parkering, uppställningsplats, servicehall och containers. Arbetsområden krävs längs med Örbyleden och från arbetstunnelns mynning. Arbetsmoment som kommer ske i arbetsområdet är schaktning i jord och berg, borrning och gjutning av betongtunnel samt transport av schaktmassor (jord och berg).

Västra Anslutningsspåret

Vid det västra anslutningsspåret planeras etableringsytor längs med Kvicksundsvägen och vid tunnelmynningen. Arbetsmoment som kommer ske här är schaktning, borrhning, sprängning och gjutning av betongtunnel.

Det kommer även krävas ett etableringsområde väster om befintlig Högdalsdepå. Ytan kommer att användas för etablering och upplag för arbeten vid Kvicksundsvägen. Inga övriga arbeten kommer att utföras inom området.

Anslutning mot Farstagrenen

I läget för betongtunnel och betongtråg för anslutningen mot Farstagrenen planeras ett antal etableringsytor som är belägna på båda sidorna om Farstagrenen. Arbetsmoment som kommer att ske här är spontning, borrhning, schaktning, gjutning av betongtunnel samt transport av schaktmassor (jord och berg).

4.5.2 Arbetsvägar

Till och från arbets-/ servicetunnelns mynning planeras en arbetsväg för utlastning av berg- och jordmassor, 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.

Vid planerad betongtunnel vid Kvicksundsvägen kommer byggtrafik samsas med transporter till och från avfallsanläggningen och Högdalens kraftvärmeverk.

Vid anslutningen mot Farstagrenen planeras byggtransporter ske längs med en tillfällig arbetsväg som anläggs mellan det öppna schakten för betongtunneln och Pepparvägen. Från Pepparvägen kan transporterarna sedan nå Nynäsvägen (väg 73).

4.6 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. Det innebär att om det finns flera likvärdiga produkter på marknaden ska de produkter som innebär minst risker för människors hälsa och miljön väljas. I projektet kommer Region Stockholm att arbeta med och ställa höga krav på entreprenörerna genom miljö- och hållbarhetsstyrning. 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. Tillsatsmedlen blandas i injekteringsbruket med doseringsutrustning.

Kemiska tätningsmedel

I särskilt komplicerade fall kan behov av kemiska tätningsmedel uppkomma.

Sprängmedel

Sprängningarna kommer att genomföras med både emulsionssprängämne och patronerat sprängämne. Den övervägande delen kommer att utgöras av emulsionssprängmedel och hanteringen av dessa kommer att utföras i enlighet med det så kallade site sensitized emulsion (SSE)–systemet. Det innebär att två huvudkomponenter (ammoniumnitrat och dieselolja) samt en

tilläggskomponent i form av ett skumbildande medel fraktas separat in i tunneln och sedan blandas samman på plats vid varje laddningstillfälle. Den färdiga blandningen pumpas in i salvhålen med hjälp av en slang som successivt dras ut och efterlämnar en sträng av sprängmedel.

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 borraraggregat, injekteringsutrustning och laddningsutrustning.

5 Anläggningar för bortledning av grundvatten och för infiltration

5.1 Bortledning av grundvatten

Trots att omfattande tätningsåtgärder utförs under byggtiden kommer grundvatten att läcka in i spårtnullarna och i uppställningshallen under mark både under bygg- och drifttid. För att möjliggöra byggnationen av tunnlar och uppställningshall kommer länshållningsvatten, bestående av inläckande grundvatten och processvatten att omhändertas och bortledas. Under drifttiden kommer inläckande grundvatten, så kallat dränvatten, att ledas bort för att driften av tunnelanläggningen skall fortlöpa obehindrat.

Även vid jord- och bergschakt för betongtråg och betongtunnlar samt inom och i närheten av befintlig Högdalsdepå kommer grundvatten att behöva länshållas lokalt. Länshållning sker från pumpgröpar/ brunnar i botten av schakten inom de temporära stödkonstruktionerna. För att undvika risken för bottenuppträckning under schaktarbetena kommer eventuellt även länshållning innan schaktningen utförs.

Flödet av inläckande dränvatten i tunnlar och länshållningsvatten i samband med jord- och bergschakt kommer att mätas både under bygg- och drifttid. Mätningar kommer att utföras i pumpgröpar belägna i lågpunkter vartefter som berget tas ut. Mätningarna kommer även utföras i så kallade mätdammar där vattnet fångas upp. Strax efter mätdammarna utförs en anläggning där vattnet kan mätas, en mätbrunn. Det kommer även utföras vattenkemisk provtagning.

I nedanstående avsnitt beskrivs hanteringen av länshållningsvatten för tunnel och jord- och bergschakt under byggtiden och av dränvatten under drifttiden.

5.1.1 Byggtiden

Inläckande grundvatten till bergtunnlar och öppna schakt kommer under byggtiden att samlas upp i tillfälliga pumpgröpar, tillsammans med processvatten och nederbörd. Detta länshållningsvatten kan innehålla förhöjda kvävehalter från sprängämnesrester samt oljespill från maskiner och hydraulsystem. Principskiss för en pumpgrop redovisas i Bilaga A4.4.

Länshållningsvattnet hanteras på arbetsplatsen genom sedimentation, oljeavskiljning och vid behov eventuell övrig rening. Reningen utförs med konventionell teknik, vilket bland annat gjorts inom ramen för projekt Citybanan. Som ett första steg utförs oljeavskiljning av vattnet. Detta utförs genom att länshållningsvattnet leds genom en container med en oljeavskiljande skärm. I det andra reningssteget utförs en sedimentering av finpartiklar i sedimenteringsdammar alternativt i lamellsedimenteringscontainers, i det fall det råder platsbrist. Containeralternativet kan vid behov byggas ut till ett större system. Stockholm Vatten och Avfall har under senare tid sänkt riktvärdet för suspenderad substans till 100 mg/l, vilket innebär att Region Stockholm sannolikt behöver ha fler sedimenteringsdammar/-containers jämfört med tidigare tunnelprojekt i Stockholm. Eftersom både föroreningsituation och mängd vatten som behöver bortledas i hög grad kommer att variera under byggtiden kommer dimensioneringen att anpassas efter dessa behov. Länshållningsvattnet kommer kontinuerligt att provtas och analyseras. Om vattenprovtagning visar på behov av ytterligare rening innan vidare bortledning kommer det finnas beredskap för att installera ett flocknings- och fällningssteg eller pH-justeringssteg. Beredskap kommer även finnas för att hantera eventuellt förhöjda halter av kväve.

Efter lokal rening kommer länshållningsvattnet under byggtiden att avledas till spillvattennätet och ledas till reningsverk. Potentiella anslutningspunkter finns vid Hauptvägen norr om arbetstunneln, vid Kvicksundsvägen samt vid Pepparvägen. Stockholm Vatten och Avfalls riktlinjer kommer att tillämpas. Anslutningspunkterna till spillvattennätet redovisas i Bilaga A2.

5.1.2 Drifftiden

Under drifftiden kommer det inläckande grundvattnet, dränvattnet, att ledas via dräneringsledningar i banunderbyggnaden och pumpgröpar i anläggningens lågpunkter (belägna vid cirka 9+900, 9+300 och 9+100) till en pumpstation med reningsfunktioner, en så kallad VA-station. En principskiss över VA-stationen redovisas i Bilaga A4.3. Denna kommer att vara belägen i lågpunkten i servicetunneln (cirka km 0+250). Placering av VA-station och övriga lågpunkter framgår av Bilaga A2.

I VA-stationen kommer inkommande vatten att renas med lämpliga åtgärder och processer beroende på föroreningsgrad innan det släpps vidare. VA-stationen består i huvudsak av följande komponenter:

- Sandfång.
- Utjämnings-/avsättningsmagasin med oljeskärm.
- Pumpgrop med möjlighet till provtagning av utgående behandlat vatten.

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

Från VA-stationen avleds vattnet till dagvattennätet i Örbyleden för vidare avledning mot recipient Drevviken, se Bilaga A2.2.

Rening i VA-stationerna kommer att ske i enlighet med de riktvärden som fastställs för utsläpp till Drevviken, i överenskommelse med tillsynsmyndighet (Stockholms stad). Det kan även bli aktuellt att använda vattnet till infiltration för att motverka grundvattennivåsänkningar. Vid behov kan ytterligare reningssteg installeras i VA-stationen.

Omhändertaget dränvatten kommer huvudsakligen bestå av inläckande grundvatten. Utöver grundvatten kan dränvattnet även innehålla spolvatten från tunnelrengöring (utförs cirka en gång per år) samt smält- och kondensvatten.

5.2 Skyddsinfiltration

För att minska omgivningspåverkan och grundvattensänkning vid känsliga områden och objekt kan det bli aktuellt med skyddsinfiltration utmed den nya tunnelbanesträckningen. Syftet med en skyddsinfiltration är att motverka grundvattenpåverkan i jord som kan medföra skada.

Behov av infiltration kan uppkomma såväl under byggtiden som under drifttiden. Infiltration kan utföras via brunnar installerade i undre magasin och/eller i sprickzoner i berget. Eventuell infiltration kommer regleras i det kontrollprogram som tas fram i samråd med tillsynsmyndighet innan byggstart.

Principlösning på infiltrationsanläggningar redovisas i Bilaga A4.1 och A4.2.

Infiltrationsbrunnarna dimensioneras genom undersökningar och hydrauliska tester där vattenförande egenskaper klarläggs.

I de fall skyddsinfiltration kommer att utföras under byggtiden kommer infiltrationen att ske med kommunalt dricksvatten. Under drifttiden kan infiltration komma att ske med kommunalt dricksvatten alternativt renat dränvatten från VA- stationen. Det senare sker i samråd med tillsynsmyndigheten (Stockholms stad). Vid infiltration i jord används antingen konstant flöde eller styrning med nivåvakt. Vid infiltration i berg används vanligtvis konstant tryck.

6 Tidplan

6.1 Övergripande

Byggstart för projekt utbyggd depå i Högdalen är beräknad till 2020. Byggtiden är drygt sex år.

Nedan redogörs för väsentliga arbetsmoment som ska utföras och en grov uppskattning av tidsåtgången för respektive moment. Vissa arbetsmoment kommer att kunna utföras parallellt.

6.2 Kvicksundsvägen

Utbyggnaden kommer att starta vid betongtunneln i den västra anslutningen i slutet av 2020. Anslutningen till befintlig Högdalsdepå går under Ellevios befintliga ställverksområde. Med anledning av Ellevios och Svenska Kraftnäts planerade utbyggnad av ställverket för projekt Stockholm Ström behöver arbeten med betongtunneln förläggas så tidigt som möjligt i projektet.

Innan arbeten med betongtunnel kan utföras måste flera ledningsomläggningar utföras. Dessa omläggningar utförs i ledningsägarens regi. Vissa ledningar omförläggs direkt till permanent läge medans andra ledningar delvis förläggs provisoriskt för att i slutskedet omförläggas till permanent läge.

Arbetet med betongtunneln i den västra anslutningen kommer att delas in i två etapper, där den första etappen utförs inom området för befintligt ställverk i Högdalen och den andra etappen avser de arbeten som sker i Kvicksundsvägen. Etapp 1 kommer att omfatta jord- och bergschakt, följt av cirka 10 meter tunneldrivning, gjutning av betongtunnel från km 10+310 till 10+380 och återställning. Etappen beräknas ta cirka två år. Etapp 2 innefattar jord- och bergschakt, gjutning av de betongtunnlar och murar som ansluter till den befintliga depån samt återfyllning. Även etapp 2 beräknas ta cirka två år.

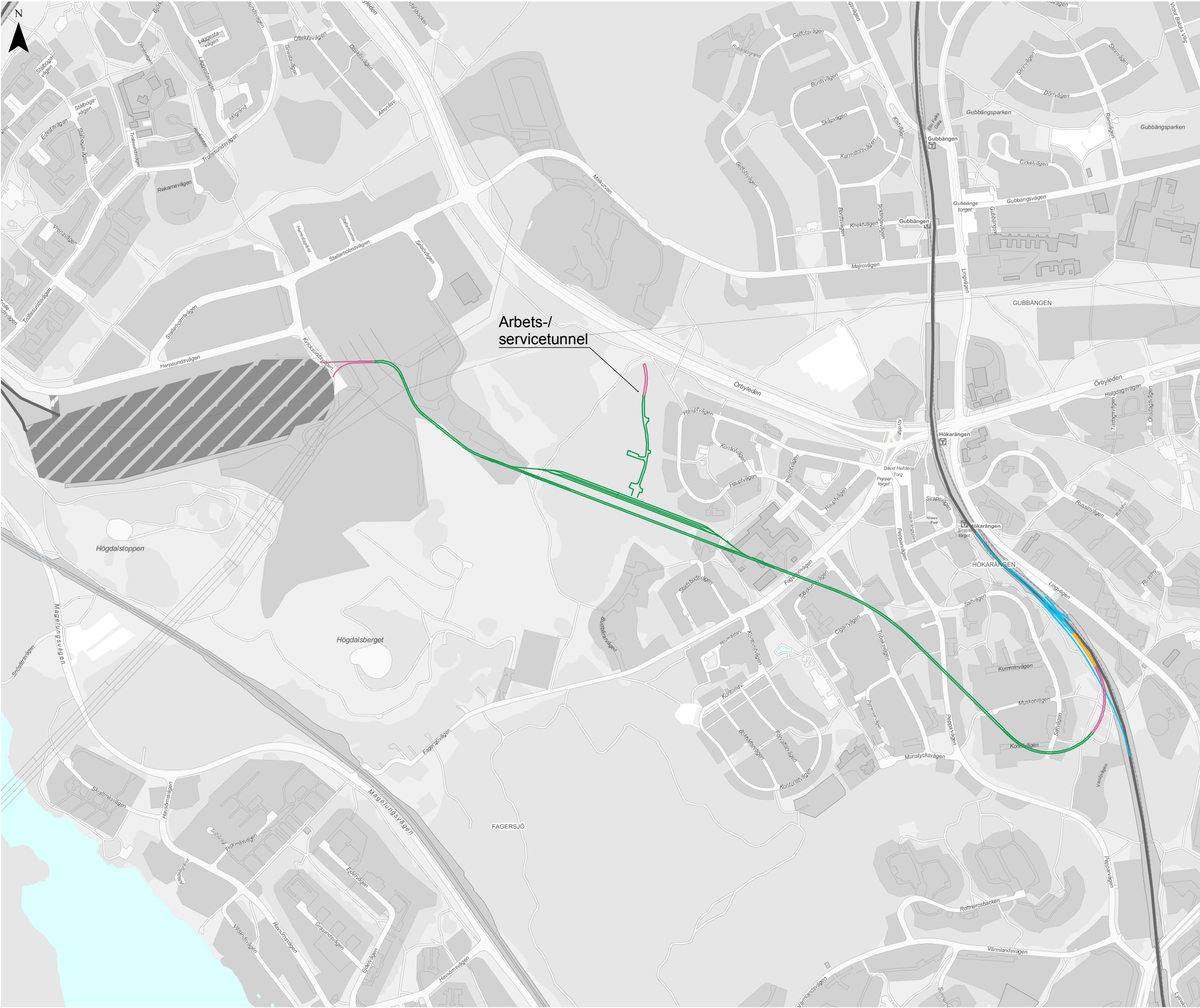
6.3 Service- och arbetstunneln

Jord- och bergschakt vid arbetstunneln kommer att starta under 2020. Efter tunneldrivningen av hela tunnelsystemet är klar gjuts betongtunnel samt tunnelmynning. Detta arbete beräknas ta cirka 3 år. Från denna anslutning drivs majoriteten av projektets bergtunnlar och även uppställningshallar. Arbetet med tunneldrivning förutsätts inledningsvis utföras på fyra fronter genom uppställningshallarna, för att sedan övergå till två fronter när uppställningshallarna övergår till dubbelspårstunnel.

6.4 Anslutning mot Farstagrenen

Jord- och bergschakt samt gjutning av betongtunnel och tråg vid anslutning mot Farstagrenen beräknas starta under andra halvan av 2021 och ta cirka tre år. Arbetet bedöms utföras i tre skeden. I skede 1 utförs etableringar, provisorier, bergskärning, betongtråg och del av betongtunnel. I skede 2 drivs bergtunnel cirka 500 meter in från bergpåslag till cirka km 8+900. I skede 3 utförs resterande delar av betongtunnel, BEST-arbeten samt återställningar.

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



Teknisk beskrivning

Bilaga A1
Översiktskarta

Miljöprövning för utbyggd depå i
Högdalen

Datum: 2019-06-14

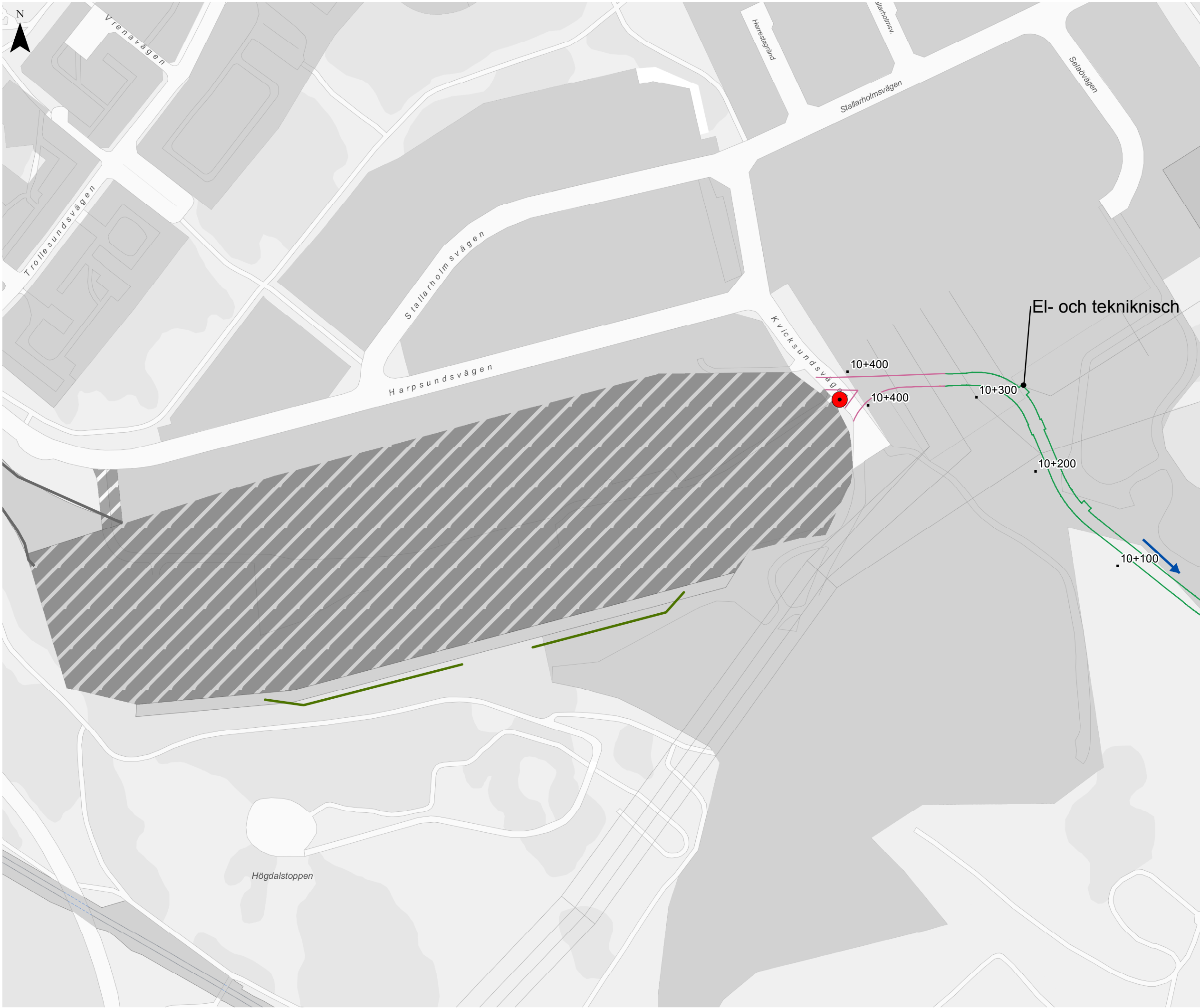
Skala (A3): 1:8 000

0 100 200 300 400 Meter

© Lantmäteriet, Geodatasamverkan
© Open Stockholm

Teckenförklaring

- Bergtunnel
- Betongtråg
- Betongtunnel
- Ytläge
- Befintlig tunnelbana
- Befintlig Högdalsdepå



Teknisk beskrivning

Bilaga A2.1
Planrtning över tunnlar

Miljöprövning för utbyggd depå i
Högdalen

Datum: 2019-06-14

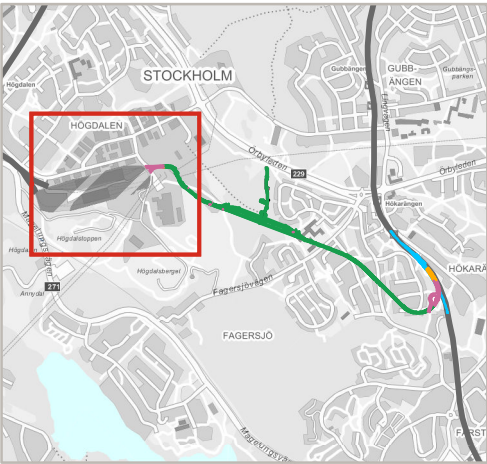
Skala (A3): 1:3 000

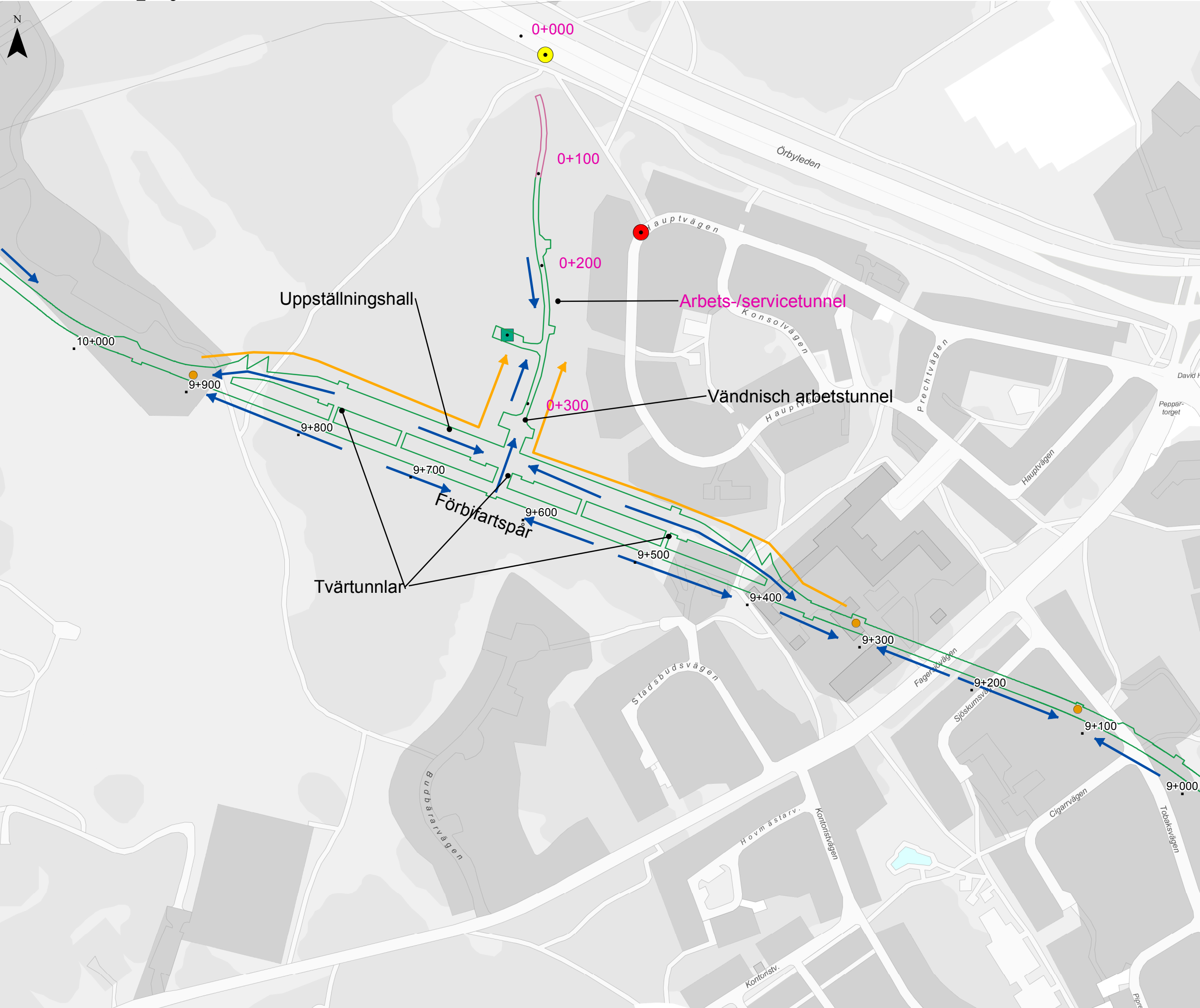


© Lantmäteriet, Geodatasamverkan
© Open Stockholm

Teckenförklaring

- Längdmätning
- Anslutningspunkt spillvattennät
- Stödkonstruktion
- Flödesriktning tunnelvatten
- Bergtunnel
- Betongtråg
- Betongtunnel
- Befintlig tunnelbana
- ▨ Befintlig Högdalsdepå





Teknisk beskrivning

Bilaga A2.2
Planritning över tunnlar

Miljöprövning för utbyggd depå i
Högdalen

Datum: 2019-06-14

Skala (A3): 1:3 000

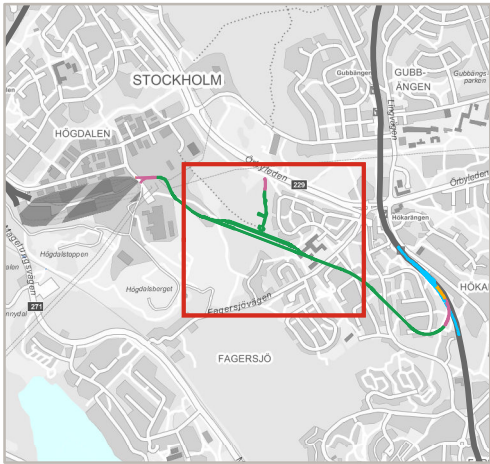
0 50 100 Meter

© Lantmäteriet, Geodatasamverkan

© Open Stockholm

Teckenförklaring

- Lågpunkt med pump
- Längdmätning
- Anslutningspunkt dagvattennät
- Anslutningspunkt spillvattennät
- VA-station
- ➡ Flödesriktning tunnelvatten
- ➡ Pumpledning tunnelvatten (i tunnel)
- Bergtunnel
- Betongtråg
- Betongtunnel
- Spår i ytläge
- Befintlig tunnelbana
- ▨ Befintlig Högdalsdepå

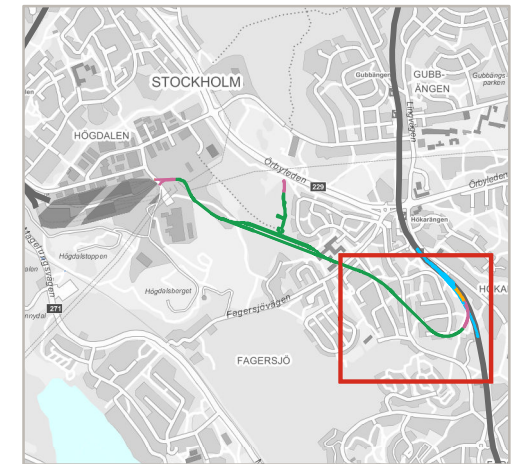


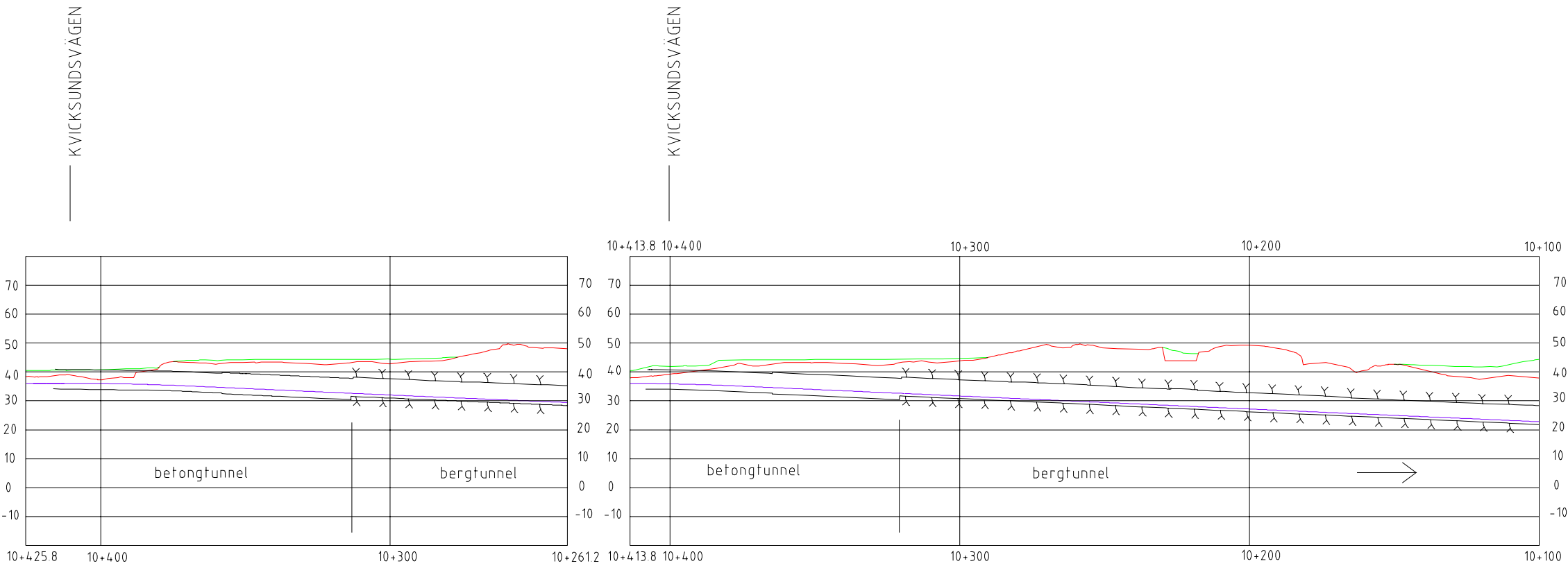
Bilaga A2.3
Planritning över tunnlar

Datum: 2019-06-14

Teckenförklaring

- Lågpunkt med pump
- Längdmätning
- Anslutningspunkt spillvattennät
- Flödesriktning tunnelvatten
- Bergtunnel
- Betongtråg
- Betongtunnel
- Spår i ytläge
- Arbets- /Servicetunnel
- Befintlig tunnelbana





Norra spåret vid Kvicksund

Södra spåret vid Kvicksund

Teknisk beskrivning
Miljöprövning för utbyggd
depå i Högdalen
Bilaga A3.1

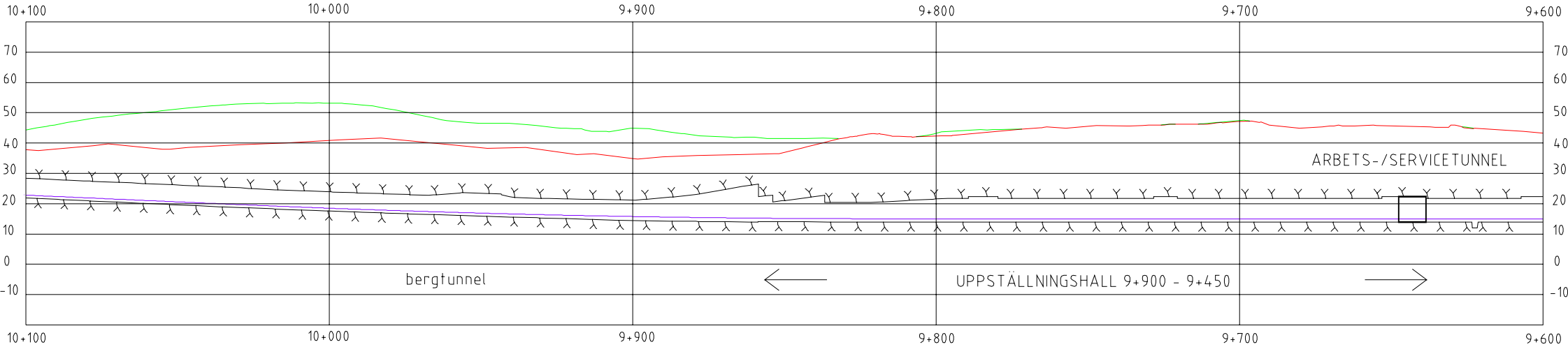
- Teckenförklaring
- Markyta
 - Tolkad bergyta
 - Bergtunnelkontur
 - Räls överkant

Hänvisning
Plan se Bilaga A2.1, A2.2, A2.3

Rev	Ant	Revidering avser	Sign	Datum
MILJÖPRÖVNING				
 Region Stockholm				
Organisation WSP		Rit/Konst AKM		
FUT Ort Stockholm		Datum 2019-06-14		
Västra anslutningsspåret KM 10+426 - 10+261 nordlig anslutning KM 10+413 - 10+100 sydlig anslutning				
Format A3		Skala	Nästa bl -	Rev -

Teknisk beskrivning
Miljöprövning för utbyggd
depå i Högdalen
Bilaga A3.2

- Teckenförklaring
- Markyta
 - Tolkad bergyta
 - Bergtunnelkontur
 - Räls överkant

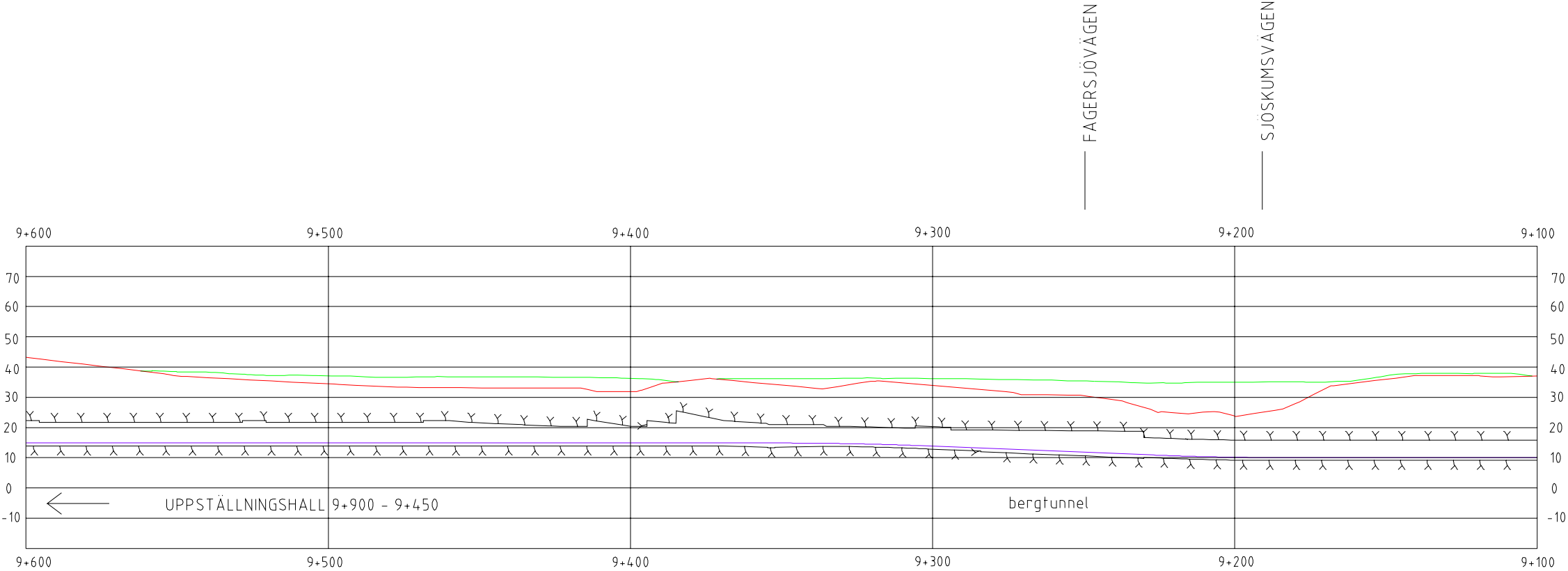


Hänvisning
Plan se Bilaga A2.1, A2.2, A2.3

Rev	Ant	Revidering avser	Sign	Datum
MILJÖPRÖVNING				
				
Organisation WSP		Rit/Konst AKM		
FUT Ort Stockholm		Datum 2019-06-14		
Västra anslutningsspåret och förbifartsspår KM 10+100 - 9+600				
Format A3		Skala	Nästa bl -	Rev -

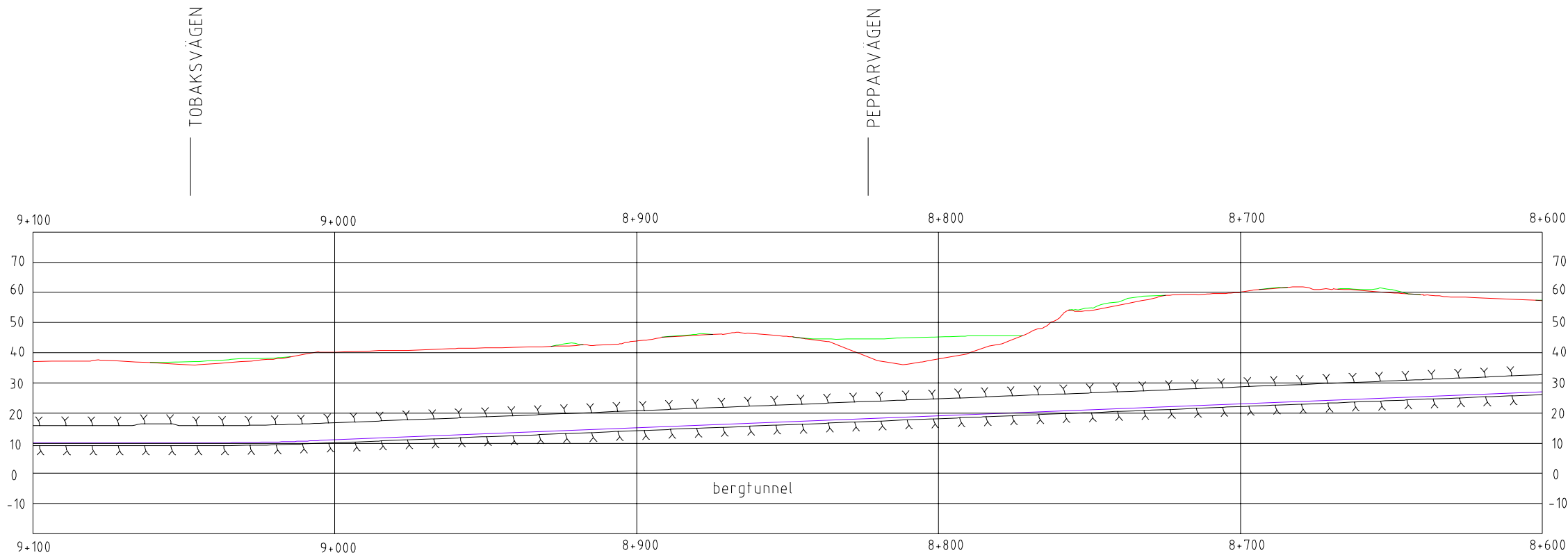
Teknisk beskrivning
Miljöprövning för utbyggd
depå i Högdalen
Bilaga A3.3

- Teckenförklaring
- Markyta
 - Tolkad bergyta
 - Bergtunnelkontur
 - Räls överkant



Hänvisning
Plan se Bilaga A2.1, A2.2, A2.3

Rev	Ant	Revidering avser	Sign	Datum
MILJÖPRÖVNING				
 Region Stockholm				
Organisation WSP		Rit/Konst AKM		
FUT Ort Stockholm		Datum 2019-06-14		
Förbifartsspår och anslutning till Farstagrenen KM 9+600 - 9+100				
Format A3		Skala	Nästa bl -	Rev -

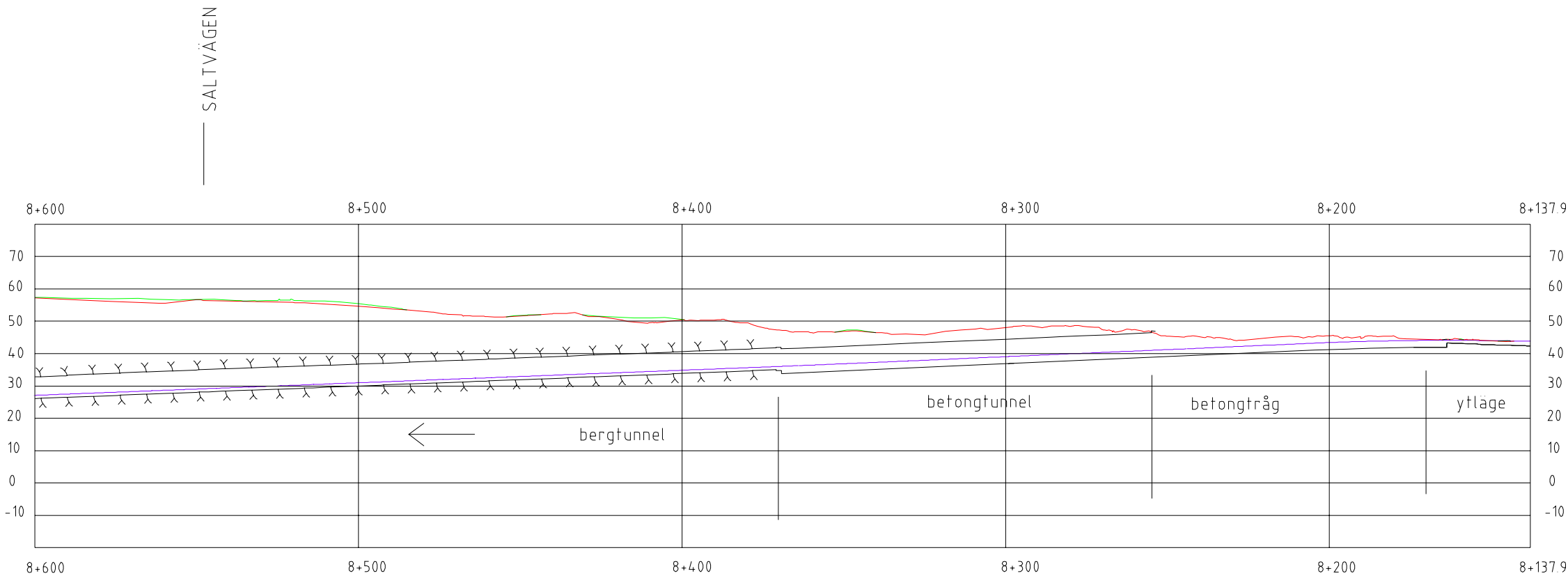


Teknisk beskrivning
Miljöprövning för utbyggd
depå i Högdalen
Bilaga A3.4

- Teckenförklaring
- Markyta
 - Tolkad bergyta
 - Bergtunnelkontur
 - Räls överkant

Hänvisning
Plan se Bilaga A2.1, A2.2, A2.3

Rev	Ant	Revidering avser	Sign	Datum
MILJÖPRÖVNING				
				
Organisation WSP		Rit/Konst AKM		
FUT Ort Stockholm		Datum 2019-06-14		
Anslutning till Farstagrenen KM 9+100 - 8+600				
Format A3		Skala	Nästa bl -	Rev -

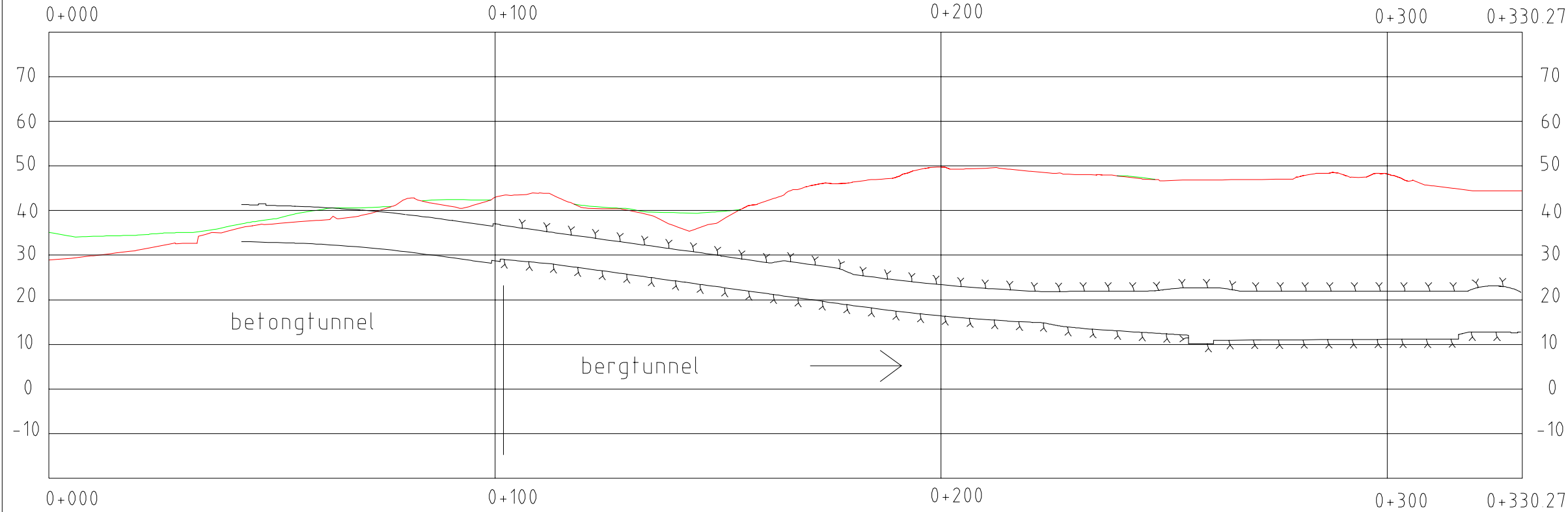


Teknisk beskrivning
Miljöprövning för utbyggd
depå i Högdalen
Bilaga A3.5

- Teckenförklaring
- Markyta
 - Tolkad bergyta
 - Bergtunnelkontur
 - Räls överkant

Hänvisning
Plan se Bilaga A2.1, A2.2, A2.3

Rev	Ant	Revidering avser	Sign	Datum
MILJÖPRÖVNING				
				
Organisation WSP		Rit/Konst AKM		
FUT Ort Stockholm		Datum 2019-06-14		
Anslutning till Farstagrenen KM 8+600 - 8+137				
Format A3		Skala	Nästa bl -	Rev -

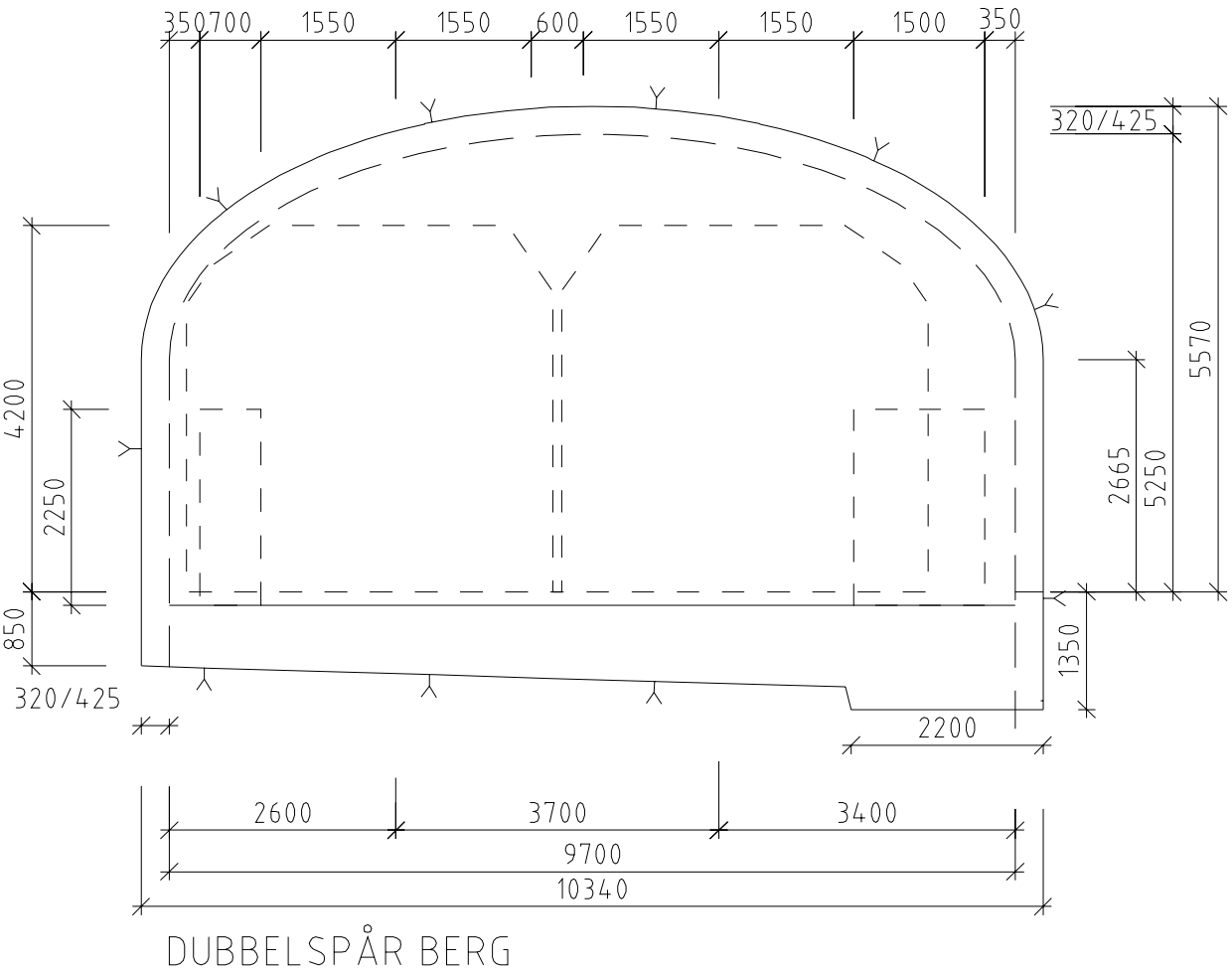
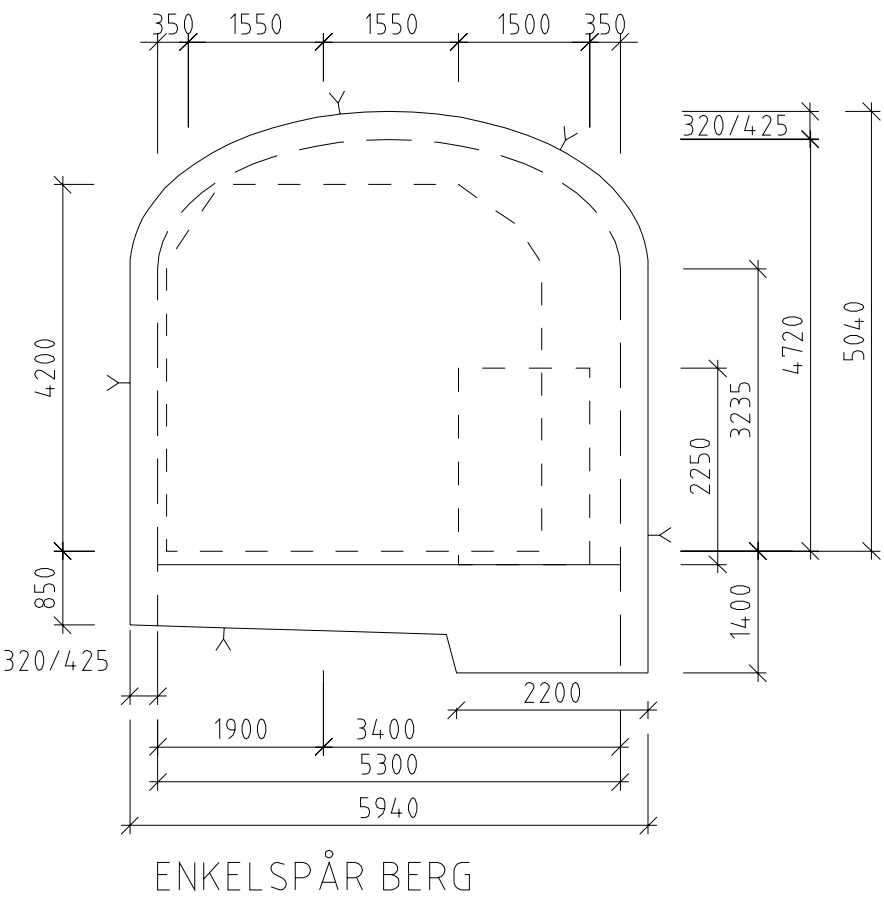


Teknisk beskrivning
Miljöprövning för utbyggd
depå i Högdalen
Bilaga A3.6

- Teckenförklaring
- Markyta
 - Tolkad bergyta
 - Bergtunnelkontur

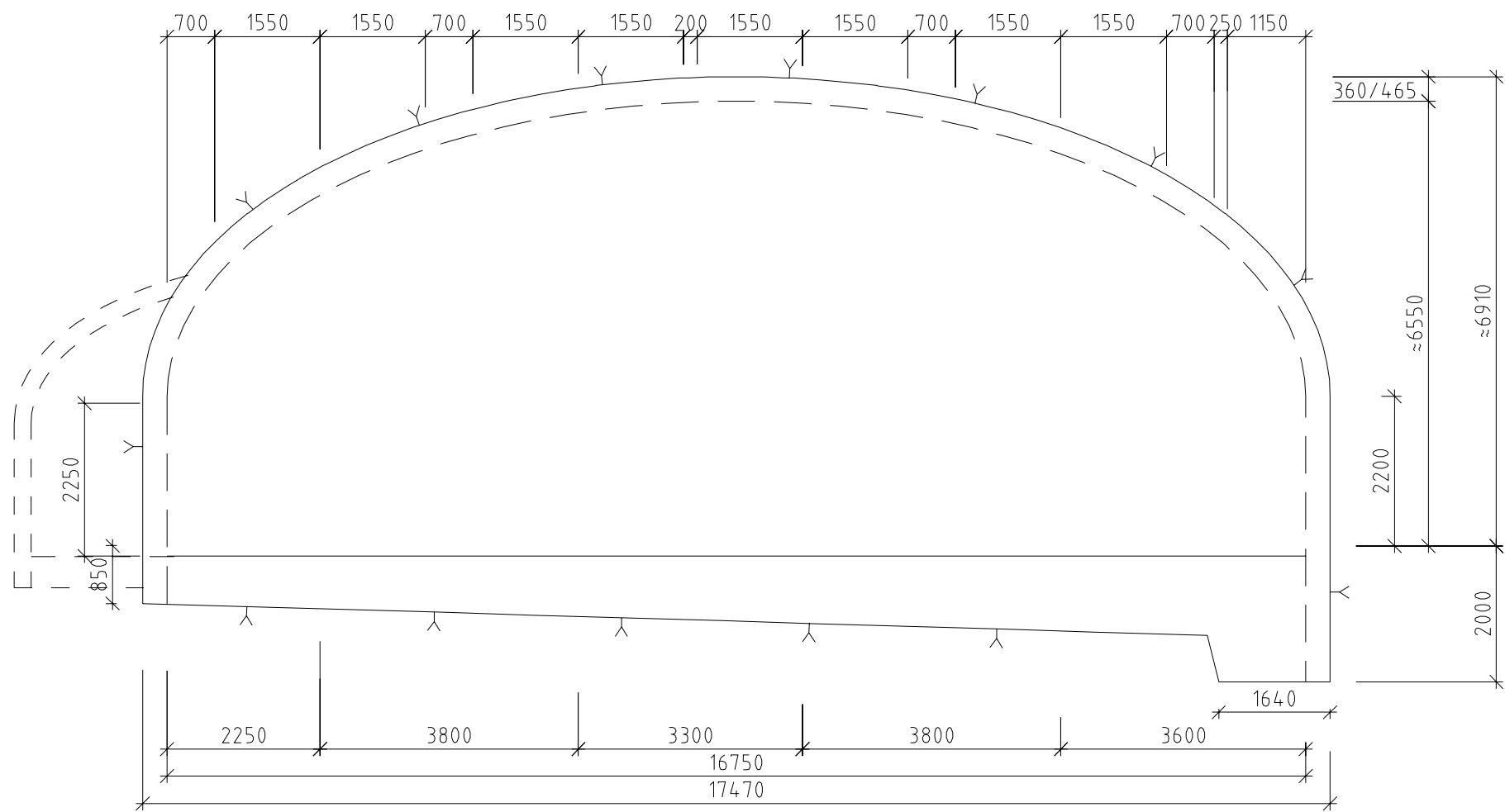
Hänvisning
Plan se Bilaga A2.1, A2.2, A2.3

Rev	Ant	Revidering avser	Sign	Datum
MILJÖPRÖVNING				
				
Organisation WSP		Rit/Konst AKM		
FUT Ort Stockholm		Datum 2019-06-14		
Arbets-/Servicetunnel längdmätning 0+000 - 0+330				
Format A3		Skala -	Nästa bl -	Rev -

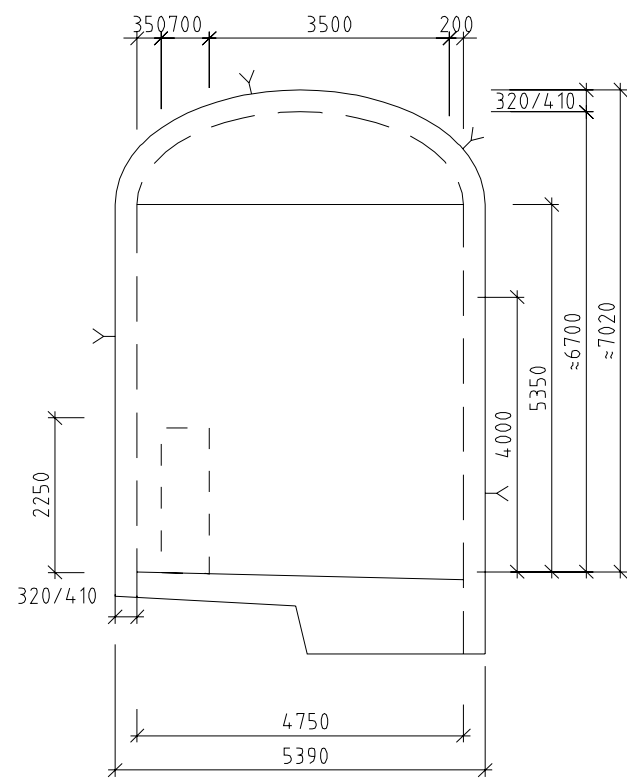


Teknisk beskrivning
Miljöprovning för utbyggd
depå i Högdalen
Bilaga A3.7

Rev	Ant	Revidering avser	Sign	Datum
MILJÖPROVNING				
				
Organisation WSP		Rit/Konst AKM		
FUT Ort Stockholm		Datum 2019-06-14		
Enkel- och Dubbelspårstunnel berg				
Format A3	Skala -	Nästa bl -	Rev -	



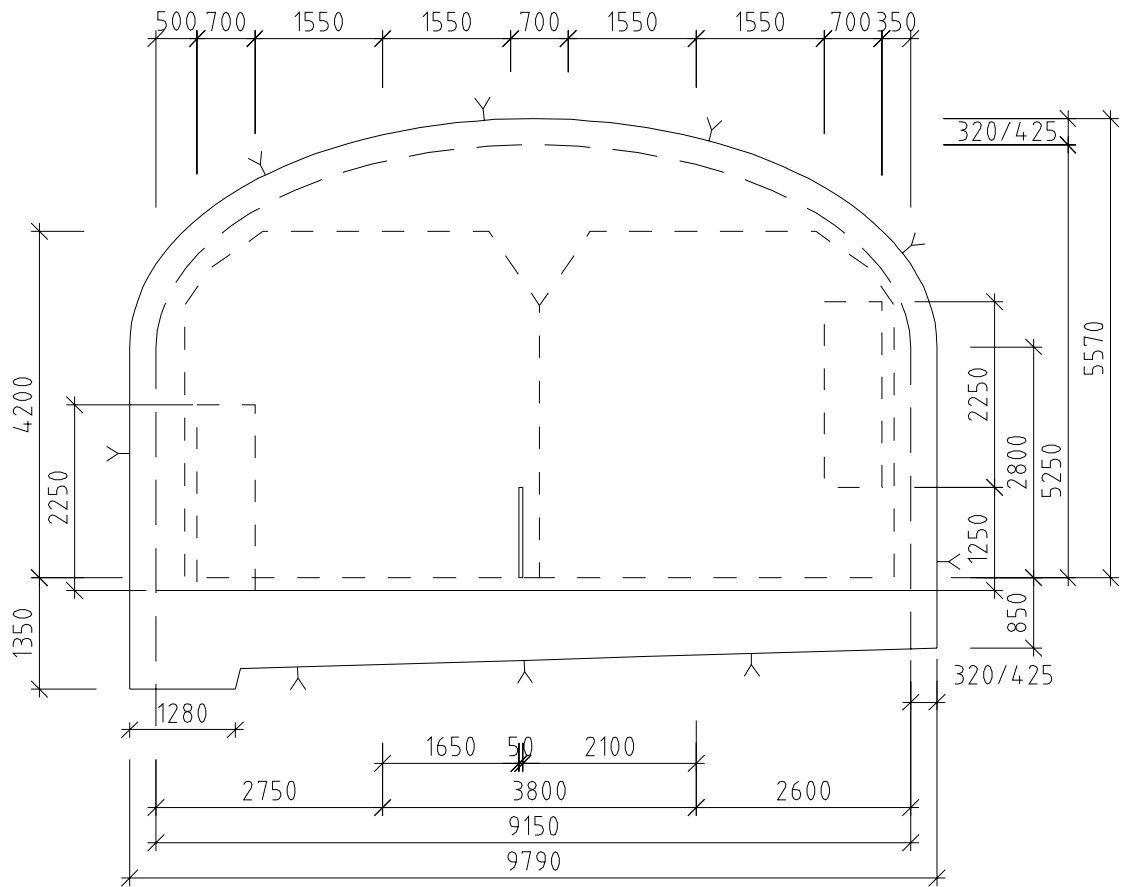
UPPSTÄLLNINGSHALL BERG



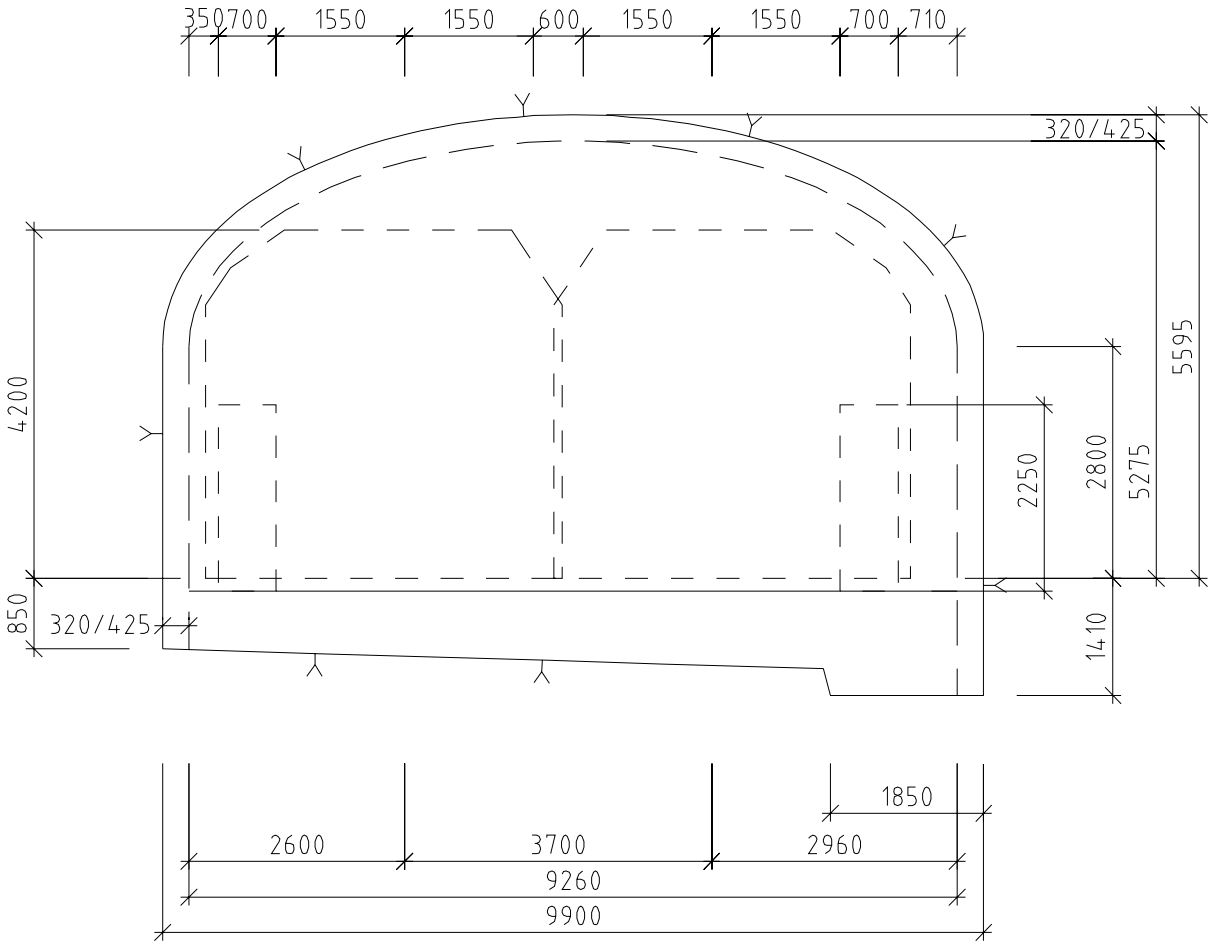
ARBETS- OCH SERVICETUNNEL BERG

Teknisk beskrivning
Miljöprövning för utbyggd
depå i Högdalen
Bilaga A3.8

Rev	Ant	Revidering avser	Sign	Datum
MILJÖPRÖVNING				
 Region Stockholm				
Organisation WSP		Rit/Konst AKM		
FUT Ort Stockholm		Datum 2019-06-14		
Uppställningshall berg Arbets-/Servicetunnel berg				
Format A3		Skala -	Nästa bl -	Rev -



DUBBELSPÅR BERG

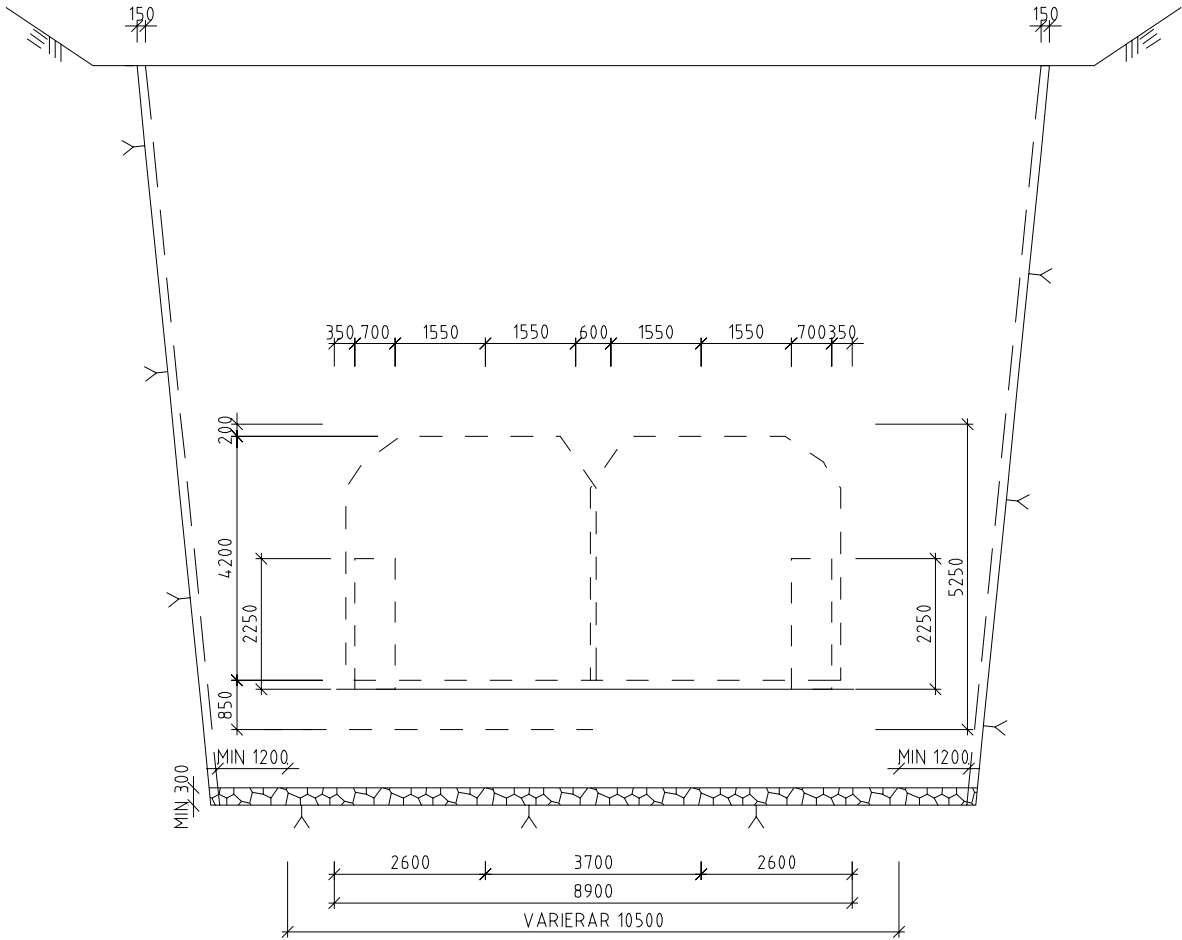


DUBBELSPÅR BERG

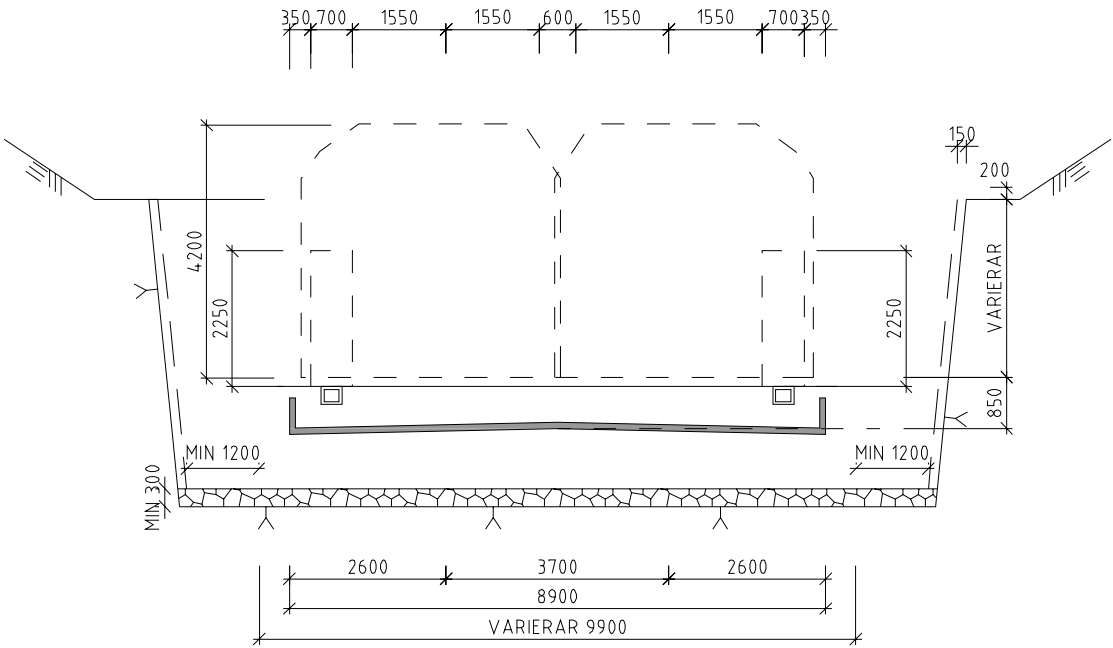
Teknisk beskrivning
Miljöprövning för utbyggd
depå i Högdalen
Bilaga A3.9

Rev	Ant	Revidering avser	Sign	Datum
MILJÖPRÖVNING				
 Region Stockholm				
Organisation WSP		Rit/Konst AKM		
FUT Ort Stockholm		Datum 2019-06-14		
Dubbelspårstunnel berg				
Format A3		Skala -	Nästa bl -	Rev -

Teknisk beskrivning
Miljöprövning för utbyggd
depå i Högdalen
Bilaga A3.10



DUBBELSPÅR BETONG

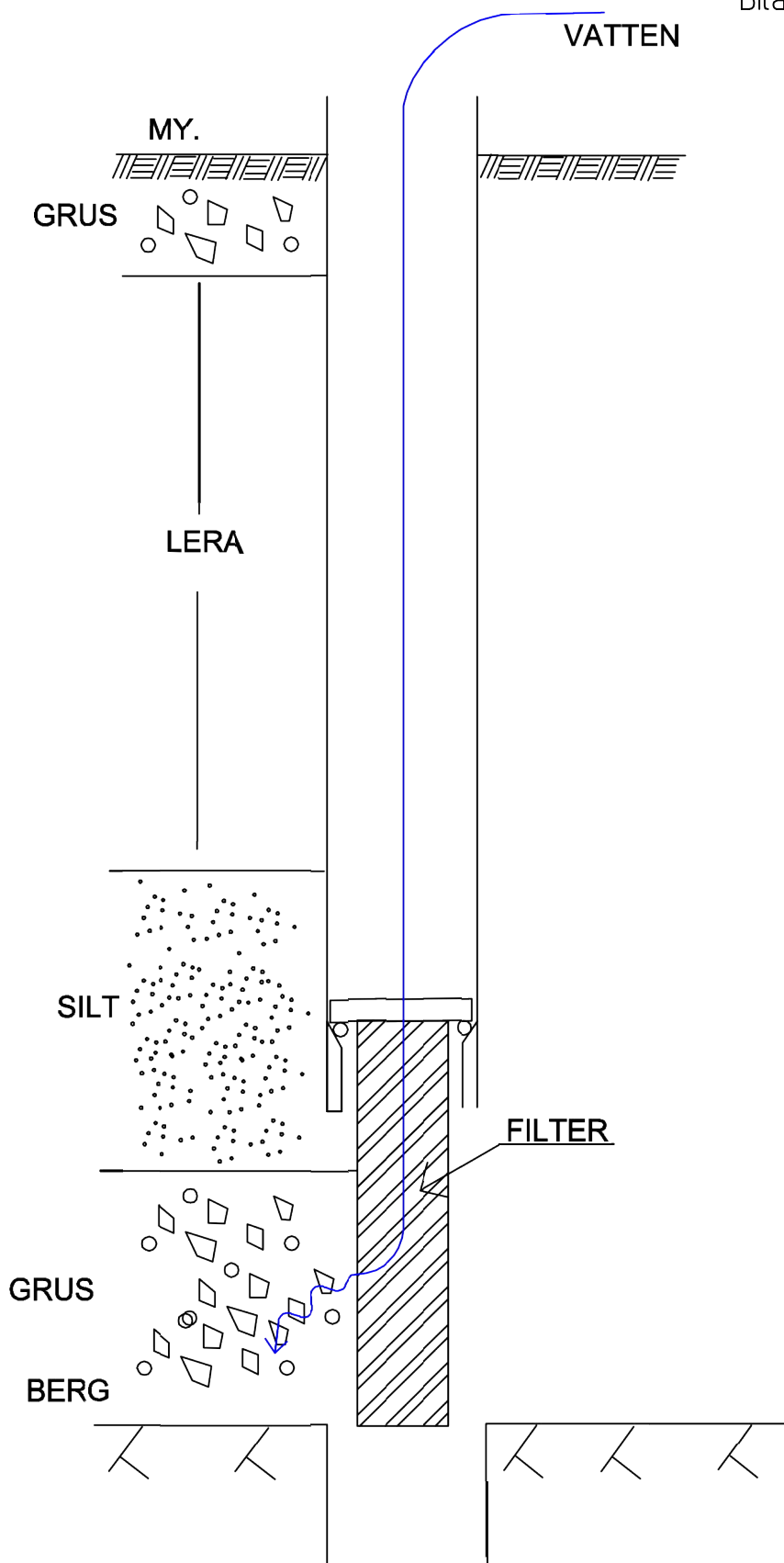


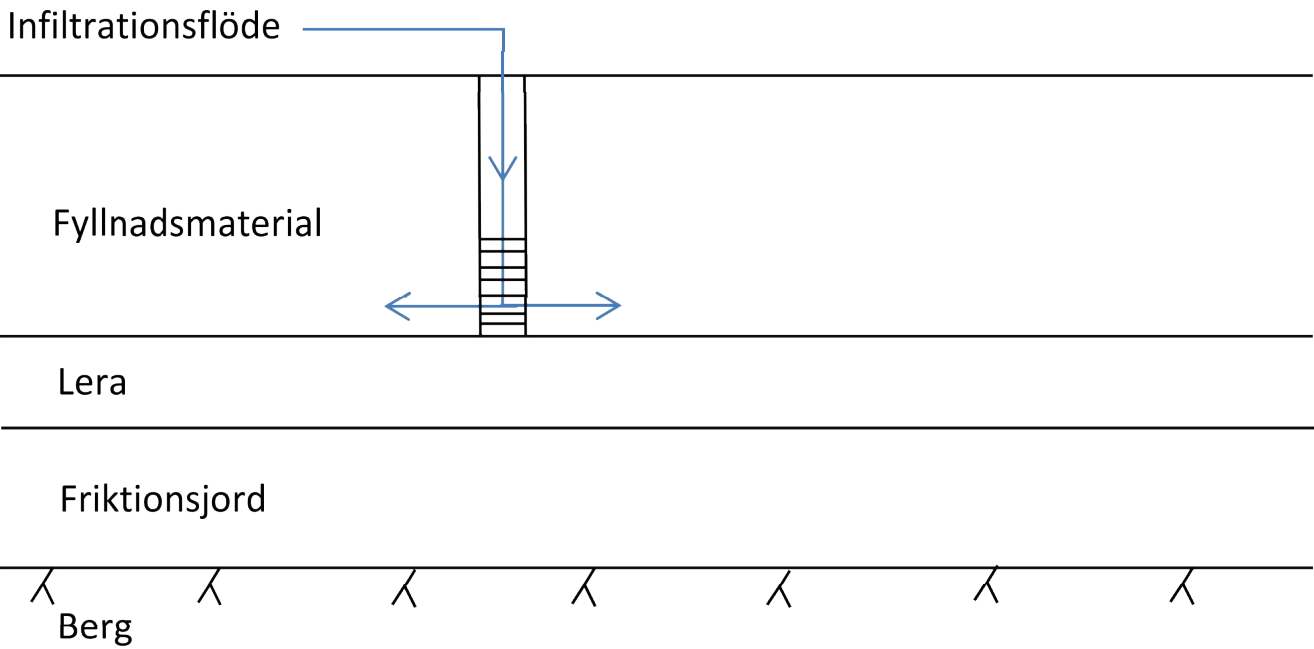
DUBBELSPÅR BETONG

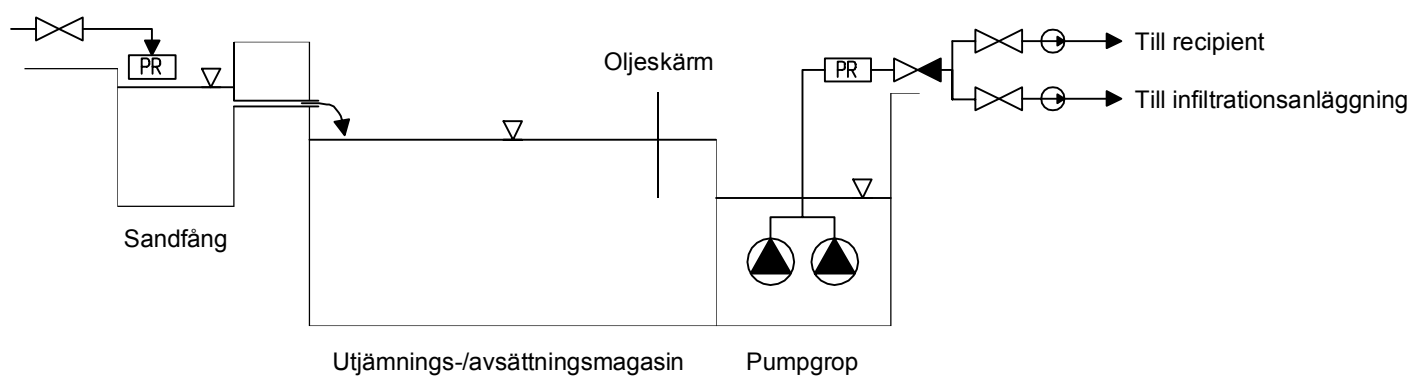
Rev	Ant	Revidering avser	Sign	Datum
MILJÖPRÖVNING				
 Region Stockholm				
Organisation WSP		Rit/Konst AKM		
FUT Ort Stockholm		Datum 2019-06-14		
Dubbelspårstunnel betong				
Format A3		Skala -	Nästa bl -	Rev -

Teknisk beskrivning
Miljöprövning för utbyggd
depå i Högdalen
Bilaga A4.1

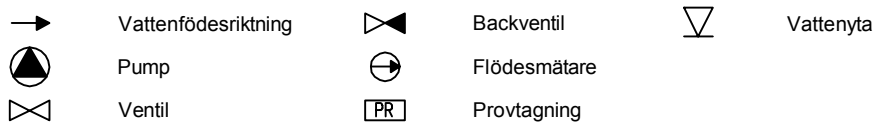
Skiss infiltrationsbrunn



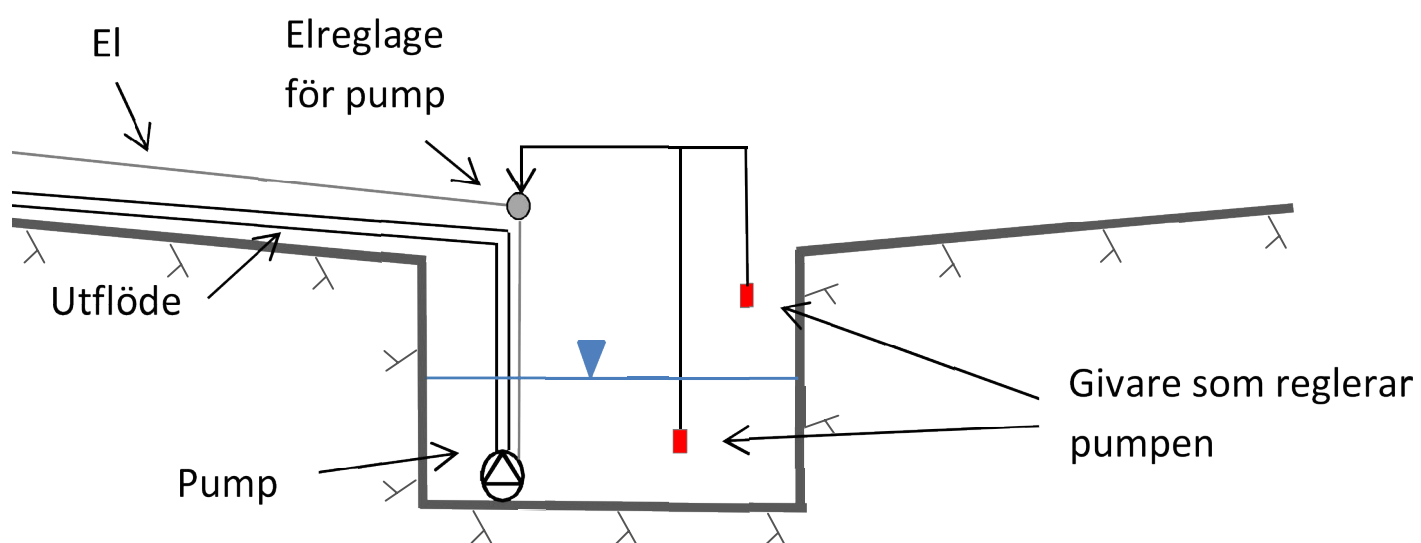




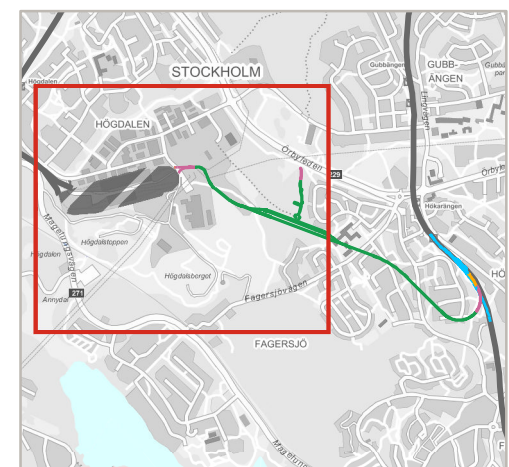
Teckenförklaring



Teknisk beskrivning
Miljöprovning för utbyggd
depå i Högdalen
Bilaga A4.4



 Befintlig Högdalsdepå





Teknisk beskrivning

Bilaga A5.2
Arbets- och etableringsområden och
öppna schakt

Miljöprövning för utbyggd depå i
Högdalen

Datum: 2019-06-14

Skala (A3): 1:5 000

0 100 200 Meter

© Lantmäteriet, Geodatasamverkan

© Open Stockholm

Teckenförklaring

- Öppna schakt i jord
- Transportväg
- Arbets- och etableringsområden
- Bergtunnel
- Betongtråg
- Betongtunnel
- Spår i ytläge
- Befintlig tunnelbana
- Befintlig Högdalsdepå

