



Dokumentnamn	G1-RA-300-0001
Dokumenttyp	RA - Rapport
Projekteringsskede	UTREDNING
Ansvarig part	G1 - Geoteknik & Geohydrologi
Konstruktör	Johan Averland, Emma Andersson
Uppdragsansvarig	Nour Mabrouk
Konsult	WSP Sverige AB
Upprättad datum	2024-01-26

## PM - GEOTEKNIK

DP3 Västra Hagastaden

Projekterings-/entreprenadtitel

2.0	2024-05-15	Granskning av Stockholms Stad 2.0	FB/JA
1.0	2024-04-08	Granskning av Stockholms Stad	FB/JA
Ändring	Ändring datum	Ändring avser	Ändrad av

Jonas Nygren	2024-01-22
Granskad av	Datum



## Innehållsförteckning

<b>I</b>	<b>ALLMÄNT .....</b>	<b>3</b>
1.1	OBJEKT .....	3
1.2	DOKUMENTETS SYFTE.....	4
1.3	UNDERLAG.....	4
<b>2</b>	<b>BEFINTLIGA FÖRHÅLLANDEN .....</b>	<b>5</b>
2.1	TOPOGRAFI, YTBEKÄFFENHET OCH MARKANVÄNDNING .....	5
2.2	BEFINTLIGA LEDNINGAR OCH KONSTRUKTIONER/ANLÄGGNINGAR .....	6
<b>3</b>	<b>MARKTEKNISKA UNDERSÖKNINGAR .....</b>	<b>9</b>
3.1	TIDIGARE UNDERSÖKNINGAR .....	9
<b>4</b>	<b>PLANERAD BEBYGGELSE .....</b>	<b>9</b>
<b>5</b>	<b>MARKTEKNISKA FÖRHÅLLANDEN .....</b>	<b>10</b>
5.1	ALLMÄNT.....	10
5.2	GEOTEKNISKA FÖRHÅLLANDEN.....	10
5.3	JORDLAGERFÖLJD NORDÖSTRA DELEN.....	11
5.4	JORDLAGERFÖLJD NORRA DELEN .....	11
5.5	JORDLAGERFÖLJD MELLERSTA DELEN .....	12
5.5.1	BEFINTLIG FYLLNING.....	12
5.5.2	LERA.....	12
5.5.3	FRIKTIONSJORD (MORÄN).....	12
5.5.4	BERG .....	12
5.6	HYDROGEOLOGISKA FÖRHÅLLANDEN.....	13
5.7	MARKRADON.....	14
<b>6</b>	<b>SÄTTNINGAR.....</b>	<b>15</b>
<b>7</b>	<b>STABILITET.....</b>	<b>17</b>
7.1	KVARTERSMARK.....	18
7.2	ALLMÄN PLATSMARK.....	19
<b>8</b>	<b>SLUTSATSER OCH REKOMMENDATIONER .....</b>	<b>19</b>
8.1	GRUNDLÄGGNING AV BYGGNADER.....	19
8.2	STÖDMUR KARLBERGSPLATSEN.....	20
8.3	KULVERT VID VÄRTABANAN.....	21
8.4	UPPFYLLNADER.....	21
8.5	SCHAKT .....	21
8.6	HANTERING AV DAGVATTEN .....	23
8.7	RADON.....	23
8.8	OMGIVNINGSPÅVERKAN.....	23
<b>9</b>	<b>BEHOV AV KOMPLETTERANDE UNDERSÖKNINGAR.....</b>	<b>24</b>



## 1 Allmänt

WSP Sverige AB har på uppdrag av Stockholms stad, Exploateringskontoret utfört en geoteknisk arkivundersökning och utredning som ska ligga till grund för detaljplan DP 3 Västra Hagastaden.

### 1.1 Objekt

Inom området för detaljplan DP3 i Hagastaden planeras nybyggnation av bostäder, kontor, allmän platsmark och omdragning av vägar, VA m.m. Det aktuella området ligger i västra delen av Hagastaden, belägen i norra delen av centrala Stockholm. Till området angränsar, motorvägarna E4/E20 samt Värtabanan i nordväst, Norrbackagatan i nordost, Norra Stationsgatan i sydost samt Tomtebodavägen och Klarastrandsleden i sydväst. Se Figur 1.



**Figur 1.** Aktuellt område för geoteknisk arkivundersökning med ungefärligt område markerat med röd streckad linje och svart pil. (Lantmäteriets Min Karta, 2023-12-20).



## 1.2 Dokumentets syfte

Utredningen syftar till att sammanställa tidigare utförda geotekniska undersökningar och beskriva de geotekniska förutsättningarna för detaljplanens föreslagna markanvändning inom Västra Hagastaden. Denna utredning ska ligga till grund för uppförande av detaljplan (DP 3).

### Begränsningar

Denna handling är ej framtagen som ett underlag för projektering.

## 1.3 Styrande dokument

Denna rapport ansluter till Eurokod 7 del 1 (SS-EN 1997-1) och SS-EN 1997-2, med tillhörande nationell bilaga.

Följande övriga styrande och rådgivande dokument har beaktats:

- TK Geo 13 (Publikation TDOK 2013:0667, version 2.0)
- TR Geo 13 (Publikation TDOK 2013:0668, version 2.0)
- AMA Anläggning 23 med tillägg och ändringar enligt TRVAMA Anläggning 23
- Schakta säkert, 2015” (ISBN: 978-91-7464-464-7), utgiven av arbetsmiljöverket och Statens geotekniska institut (SGI)
- Information 1, Jordsegenskaper, 2008, sig
- Krav TRVINFRA-00014 Stabilitetspåverkande arbeten för schakter in närhet till Värtabanan.

## 1.4 Underlag

Följande underlag har använts för upprättande av denna handling:

- Byggnadsgeologisk karta, erhållet från Geoarkivet, Stockholms stad.
- SGU:s jordartskarta, erhållet från SGUs digitala tjänst Kartvisaren.
- Tidigare undersökningar utförda av WSP Sverige AB mellan år 2009-2015. Punkterna benämns t.ex. 09WXXX och 15WXXX.
- Arkivpunkter från Stockholms stads Geoarkiv som har hämtats in och digitaliserats. Punkterna benämns 35C-XXX, 35CXXX, 34D-XXX samt 34DXXX. Originalritningarna är daterade 1987-11-24, vilket sannolikt innebär att undersökningarna är utförda runt denna tid.
- Undersökningar utförda för projekt Tunnelbana till Arenastaden (TUBA) mellan år 2015-2018. Punkterna benämns 15WXXX\_T, 17WXXX\_T och 18WXXX. Suffixet ”\_T” har lagts till för att samma borrhåls-ID redan fanns i databasen för projekt Hagastaden.



- PM Geoteknik, G1-PM-300-0001 Handling 04.01 PH Västra Hagastaden, daterad 2022-12-16. Upprättad av WSP Sverige AB.
- Markteknisk Undersökningsrapport Geoteknik, G1-RA-300-0001 Handling 04.04 PH Västra Hagastaden, daterad 2022-12-16. Upprättad av WSP Sverige AB.
- PM Redogörelse Geoteknik Kv 37 inom DP3, daterad 2018-02-08. Upprättad av WSP Sverige AB.
- PM Förutsättningar Geoteknik DP3 Hagastaden, daterad 2014-07-02. Upprättad av WSP Sverige AB.
- Markteknisk undersökningsrapport Geoteknik, Tunnelbana till Arenastaden 3711 – Station Hagastaden, filnamn 3711-G31-24-04202, daterad 2021-02-19, upprättad av WSP Sverige AB.
- Långtidsmätning av grundvattennivåer i installerade grundvattenrör daterad 2023-02-23, upprättad av WSP Sverige AB. Dessa redovisas i tabeller och i ett diagram i Bilaga 4.

Digitaliserade punkter har omvandlats från tidigare höjdsystem (RH 00) till dagens höjdsystem (RH 2000). Relevanta resultat har inarbetats i detta dokument.

## 2 Befintliga förhållanden

### 2.1 Topografi, ytbeskaffenhet och markanvändning

I dagsläget består undersökningsområdet av en byggarbetsplats med arbetstunnel till pågående tunnelbaneprojektet mellan Odenplan och Arenastaden. Figur 2 nedan visar en flygbild över området.







**Figur 2.** Flygfoto över området (Region Stockholm, 2023-12-12). Ramp till arbetstunnel centralt i bild.

Undersökningsområdet har varierande marknivåer mellan ca +12 och +20 för undersökta borrhälsar vid tiden för respektive undersökningstillfälle. Där de lägsta nivåerna har noterats i områdets nordöstra del och högst nivå i områdets mellersta del. Ingen detaljerad inmätning av marknivåer finns tillgängligt.

## 2.2 Befintliga ledningar och konstruktioner/anläggningar

Det finns flertalet ledningar/ledningsslag i området, främst inom vägområdet för Norra Stationsgatan. I den nordöstra delen av området finns ett ledningsstråk som är temporärt upphängda på Kv Isotopens västra garagevägg.

I anslutning till området finns flertalet brofundament till broar och ramper. Dessa konstruktioner har olika grundläggningsnivåer och olika typer av grundläggningar och dessa ska beaktas i projekteringsskedet.

Utmed södra sidan av Norra Stationsgatan finns flertalet flerfamiljshus. Arkivritningar erhållet från Stockholms stads digitala Bygg och plantjänst visar att fastigheterna Skålen 16, 22, 23 samt 27 är grundlagda med plintar/murar mestadels på berg. Utifrån detta underlag bedöms det att dessa byggnader inte är sättningskänsliga. Underlag angående resterande fastigheters grundläggning utmed Norra Stationsgatan fanns inte att finna.

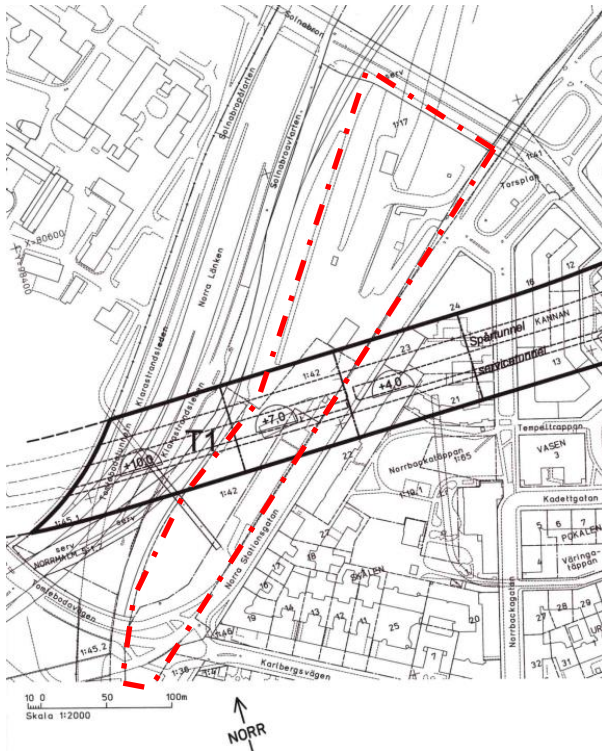
I den södravästra delen av utredningsområdet i höjd med korsningen Tomtebodavägen, Norra Stationsgatan och Karlbergsvägen finns en stödkonstruktion i form av en spont installerad. Sponten ska enligt ingånget avtal mellan FUT och Exploateringskontoret rivas av FUT vid avetablering.

Inom området för den nya detaljplanen DP3 finns en arbetstunnel till den nya tunnelbanan mellan Odenplan och Arenastaden. Arbetsområdet visas i Figur 3 med gul markering.



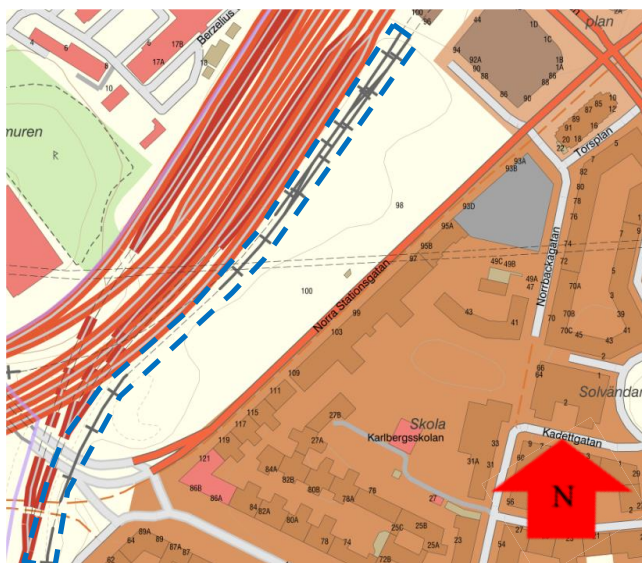
**Figur 3.** Delar av arbetsområde och tunnlar för tunnelbanan mellan Odenplan och Arenastaden (Region Stockholm, 2023-12-12).

Området genomkorsas i öst-västlig riktning av Citybanans huvudtunnel respektive dess servicetunnel. Tunneln går i berg med tunneltak på nivåer mellan ca -1 och -5 inom området. Samtliga tunnlar skyddsområden skall beaktas. Figur 4 nedan visar en karta över Citybanans tunnel.



**Figur 4.** Karta över citybanans tunnlar (Stockholms Stadsbyggnadskontor, daterat 2007-12-10).

Värtabanan (järnvägsspår) löper längs områdets nordvästra gräns. Järnvägen ansluter till området från syd-sydväst parallellt med Klarastrandsleden och passerar under Tomtebodavägen för att sedan gå parallellt med E20/E4 norrut. Spåren är grundlagda på mark med nivåer mellan ca. +12 i syd och +14 i nord. I Figur 5 visas Värtabanans placering intill undersökningsområdet.



**Figur 5.** Karta över Värtabanans placering markerat med blått (Lantmäteriets Min Karta, 2024-01-22).





## 3 Marktekniska undersökningar

### 3.1 Tidigare undersökningar

Ett flertal geotekniska undersökningar har utförts inom och i anslutning till aktuellt område vid flera tillfällen och i olika syften. Undersökningarna har utförts av både WSP Sverige AB och av andra företag. En del av dessa undersökningar är äldre och har digitaliserats från analogt format.

Utförda undersökningar och tillhörande ritningar återfinns i MUR Geoteknik G1-RA-300-0001.

## 4 Planerad bebyggelse

Inom Västra Hagastaden planeras nya kvarter med bostäder, kontor samt tillhörande vägar, ledningar och torgytor. Figur 6 visar en strukturplan över planerad bebyggelse.

All kvartersmark inom detaljplanen kommer underbyggas med garage och/eller källarvåningar. Inom kvartersmark varierar planerade marknivåer mellan ca +18,0 och +20,0 vilket generellt är högre än befintliga marknivåer, som är baserade på information från tidigare utförda borringar.

Planerade nivåer för Norra Stationsgatan varierar mellan +19,0 och +17,6 och är i princip oförändrade mot dagens gatunivåer.

Planerade nivåer inom området är generellt högst i nordöst och lägre i sydväst. Befintliga och planerade nivåer gör gällande att det kan bli relativt stora uppfyllnader i nordost medan det i mellersta delen av området i stort sett inte görs några nivåförändringar alls.

Korsningen Tomtebodavägen, Norra Stationsgatan och Karlbergsvägen planeras att dras om, sänkas samt omarbetas till en mindre utrymmeskrävande fyrvägs korsning. Väster om denna korsning planeras en plan yta genom att befintlig mark, som idag är sluttande fylls upp. Nivåskillnaderna mot Värtabanan åtgärdas med en stödmur.

Nuvarande marknivåer inom området kan ha ändrats sedan borringar utfördes till följd av befintlig etablering för arbetstunnel. Borrpunkter som arbetats in i denna utredning redovisas i handling MUR Geoteknik G1-RA-300-0001 där ungefärliga årtal för respektive geotekniska undersökningar framgår. 6



Figur 6. Strukturplan över planerad bebyggelse (Version B), daterad 2024-01-11.

## 5 Marktekniska förhållanden

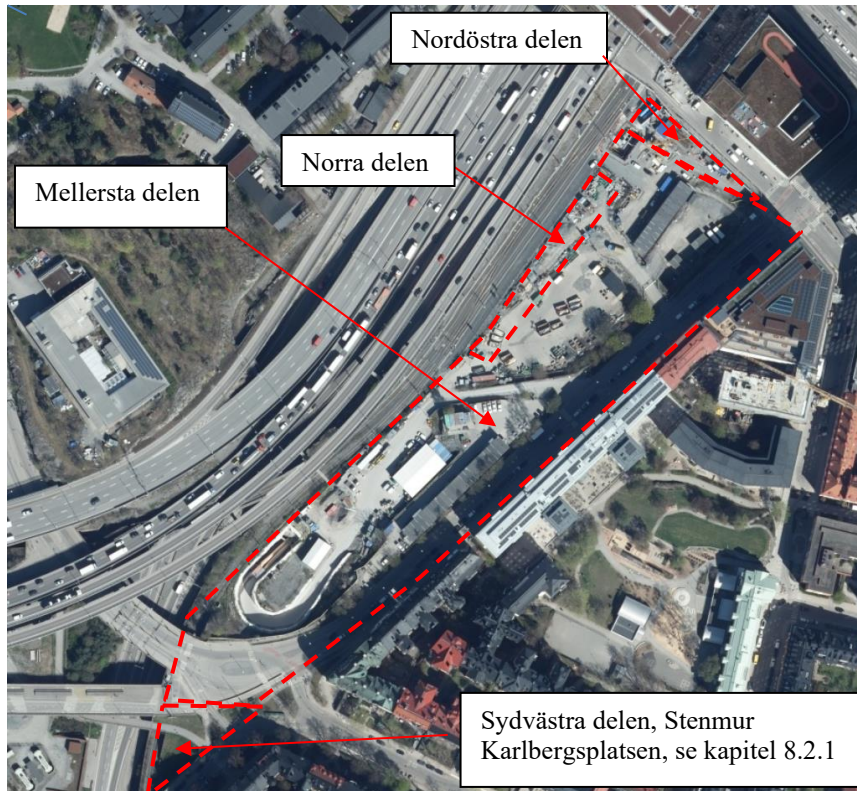
### 5.1 Allmänt

#### Frostdjup och klimatzon

Området ligger i klimatzon 2 enligt TRVK Väg, kapitel 4.2. Tjälffritt djup är 1,6 m enligt Figur CEB.42/1 i AMA RA Anläggning 20.

### 5.2 Geotekniska förhållanden

Marken i utredningsområdet utgörs generellt av fyllnadsmaterial, på lera, på friktionsjord på berg. Alternativt underlagras fyllningen direkt av friktionsjord eller, i områden där berget ligger ytligt, kan fyllningen ligga direkt på berg. Marken är även stundtals växellagrad med växlande lager av sand och lera under fyllningen. Figur 7 nedan visar området indelat i fyra delområden.



Figur 7. Områdesindelning med ungefärliga lägen för Västra Hagastaden DP3.

### 5.3 Jordlagerföljd Nordöstra delen

Den nordöstra delen av området består överst av ett tunnare lager fyllnadsjord ovan berg. Lokalt har lera påträffats med en tjocklek av ca 1 m.

Fyllningens tjocklek varierar mellan ca 1 och 2,5 m. Ingen provtagning är utförd i fyllningen.

Bergets nivå varierar mellan ca +10 och +13, vilket motsvarar ca 1 - 3 m under befintlig markyta, vid tillfället för undersökning. Bergytan ligger generellt högre i den norra delen av delområdet.

### 5.4 Jordlagerföljd Norra delen

Norra delen består överst av fyllning och eller friktionsjord med mäktigheter mellan ca 1 och 4,5 m ovan berg. Ingen provtagning är utförd i fyllningen. Friktionsjordens egenskaper har ej undersökts. Lokalt har torrskorpelera påträffats.

Utförda jord-bergsonderingar visar att bergnivån är mellan ca +13,5 och +10, vilket motsvarar ca 1 - 4,5 m under markytan vid undersökningstillfället.



## **5.5 Jordlagerföljd Mellersta delen**

Marken inom det mellersta delområdet består generellt överst av fyllnadsjord ovan lera, på friktionsjord på berg.

### **5.5.1 Befintlig fyllning**

Fyllningens mäktighet varierar mellan ca 1 och 8 m med ökande mäktighet mot syd. Fyllningen består generellt av grus, sand silt och lera. Fyllningen bedöms vara blockig, då flertalet block genomborrats vid jord-bergsonderingar i fyllningen. Även organiskt material har påträffats vid provtagning av fyllnadsmaterialet.

### **5.5.2 Lera**

Lerans mäktighet varierar mellan ca 1 och 8 m. Lerans mäktighet ökar generellt från nordost mot Norra Stationsgatan i sydvästlig riktning. Leran är typisk för Hagastadsområdet d.v.s. varvig, skiktad, delvis siltig och finsandig. Utifrån utvärderade CPT-sonderingar, utförda mellan 2014 och 2015, bedöms leran vara överkonsoliderad de översta ca 2 m för att sedan vara normalkonsoliderad. Utifrån dessa sonderingar, konförsök samt vingförsök klassificeras lerans odränerade skjuvhållfastheten till att vara mycket låg till medium, med en uppmätt odränerad skjuvhållfasthet mellan ca 15 och 75 kPa.

### **5.5.3 Friktionsjord (Morän)**

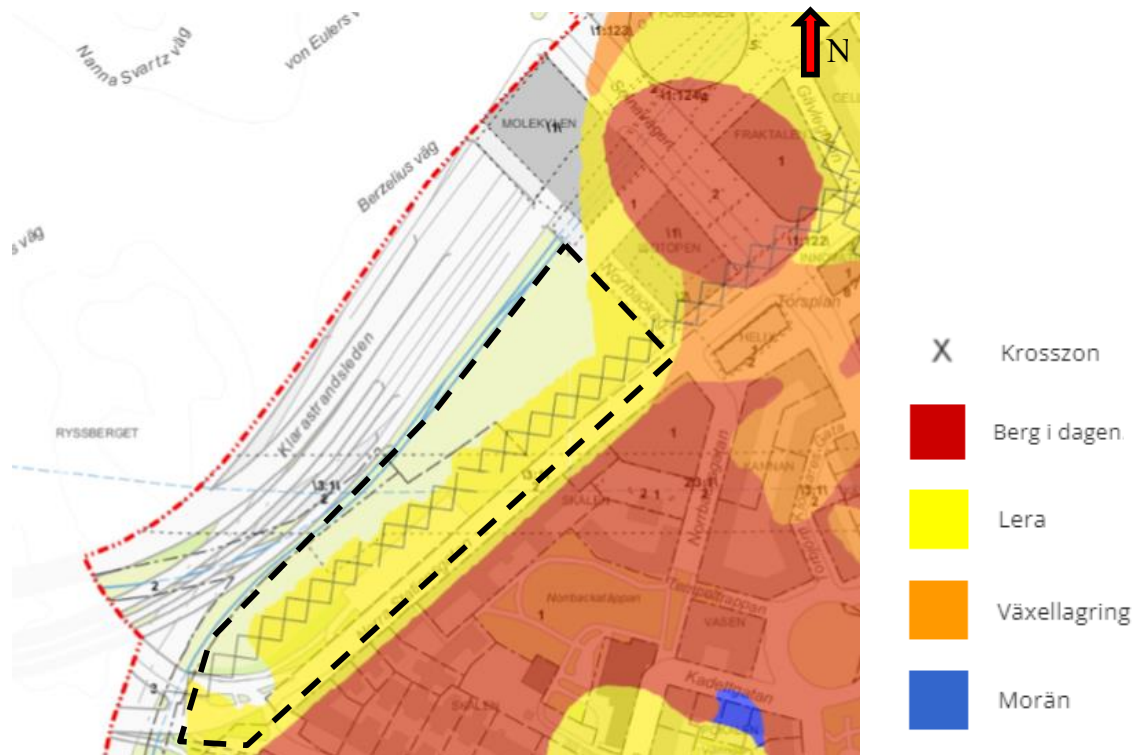
Friktionsjordens mäktighet varierar mellan 0 - 8,5 m. Friktionsjorden består av sand och morän. Utifrån vikt- och hejarsonderingar bedöms friktionsjordens generellt vara fast till mycket fast, och utifrån utförda jord-bergsonderingar bedöms friktionsjorden vara något blockig.

### **5.5.4 Berg**

Bergets nivå varierar mellan ca +11,5 och -2,3, vilket motsvarar ca 4 - 18 m under befintlig markyta vid undersökningstillfället. Djupet till berg ökar generellt från nordost mot sydväst. Byggnadsgeologiska kartan (Stockholms stad) visar på en krosszon i berggrunden. Enligt kartan passerar den området i sydvästlig till nordostlig riktning. Denna krosszon har ej bekräftats med faktiska undersökningar.

Figur 8 nedan redovisar en Byggnadsgeologisk karta från Stockholms stad.





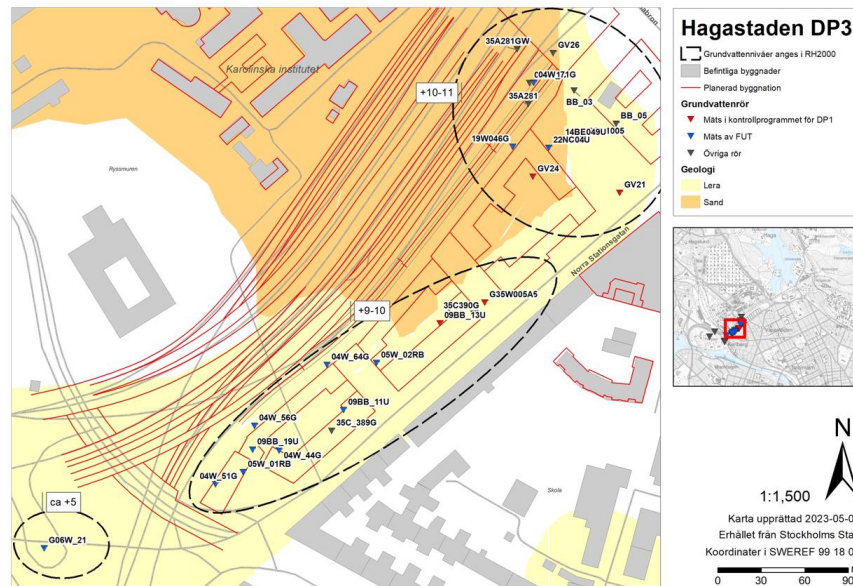
**Figur 8.** Byggnadsgeologisk karta – aktuellt område redovisas inom svarta linjer (Geoarkivet, Stockholms stad, bilddatum 2023-12-12).

## 5.6 Hydrogeologiska förhållanden

Figur 9, se nedan, visar en karta över uppmätta grundvattennivåer för Hagastaden DP3. Kartan visar även lägen i plan för installerade grundvattenrör i området. I den nordöstra delen varierar grundvattnets medelnivå mellan ca +10 och +11 och i den sydvästra delen runt ca +5. I resterande delar av området varierar grundvattennivån mellan ca +9 och +10. Samtliga nivåer redovisas i höjdsystem RH 2000 och de senaste mätningarna är utförda under våren 2023. Utifrån detta underlag bedöms grundvattenströmningen vara i riktning från nordöst ned mot Karlbergssjön i sydvästlig riktning.

I PM "Förutsättningar Geoteknik DP3 Hagastaden", daterad 2014-07-12 beskrivs grundvattennivån variera mellan ca +13 i öster och +8 i väster. Vid jämförelse av uppmätta grundvattennivåer från 2023 har en sänkning av denna skett med ca 2-3 m i öster och ca 3 m i väster. Vad denna sänkning beror på är ej utrett i PM "Förutsättningar Geoteknik DP3 Hagastaden".

I MUR Geoteknik G1-RA-300-0001 redovisas uppmätta grundvattennivåer och dess deras uppmätta max-, min- och medelvärden i tabellform.



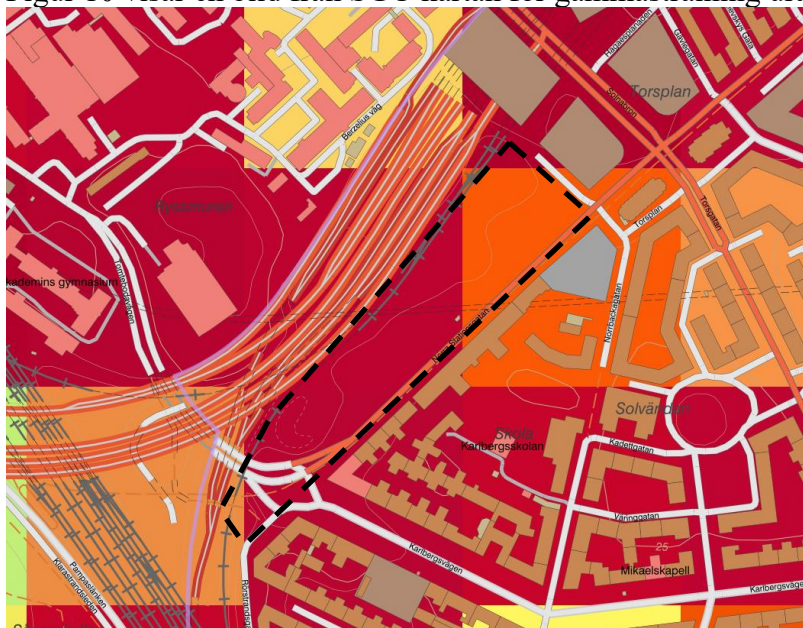
**Figur 9.** Karta över DP3 med grundvattenrör och deras medelgrundvattennivåer (Stockholms Stad, 2023-05-05).

## 5.7 Markradon

Inga markradonmätningar har utförts inom detaljplaneområdet.

SGU digitala tjänst Kartvisaren för gammastrålning uran visar ett högsta värde på 6,5 ppm uran inom området, vilket ger en radium-226 halt på ca 80 Bq/kg. Detta indikerar på att byggnader kan behöva utföras radonskyddande eller radonsäkert.

Figur 10 visar en bild från SGU kartan för gammastrålning uran.



**Figur 10.** Urankarta från SGU med plangräns för DP3 i svart (SGU Kartvisaren, 2023-12-20).



## 6 Sättningar

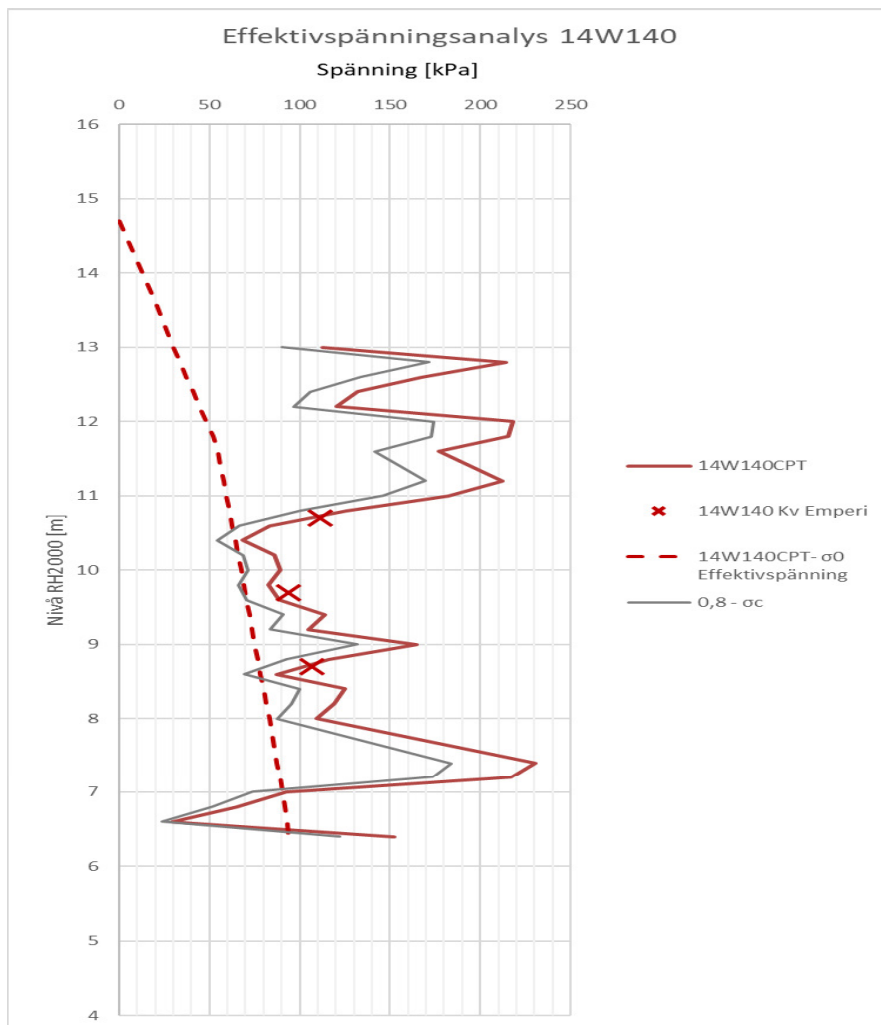
Inom detaljplaneområdet förekommer lera med olika mäktigheter. Lera är som jordart generellt sättningsskänslig. Utförda CPT-sonderingar visar att leran vid undersökningstillfället var överkonsoliderad de översta ca 2 m vilket innebär att en viss last kan tillföras innan konsolideringssättningar uppstår. Därunder är leran normalkonsoliderad vilket betyder att konsolideringssättningar kommer uppstå för all tillförd last som påverkar lerlagret från ca 3 m djup. Dessa förutsättningar varierar över området och grundar sig enbart från utförda CPT-sonderingar mellan 2014-2015. Inga CRS-försök har utförts. Utöver konsolideringssättningar tillkommer även krypsättningar, som erfarenhetsmässigt kan förväntas vara mellan 30- 50% av konsolideringssättningarna.

Organisk jord har påträffats vid provtagning i fyllnadsmaterialet och denna jordart riskerar förmultna och lämna hålrum efter sig vilket kan orsaka sättningar lokalt. Ojäma sättningar kan förväntas då lerlagrets mäktighet samt egenskaper varierar över området.

En effektivspänningsanalys över förmodade rådande förhållanden redovisas i Figur 11. Analysen är utförd i punkt 14W140 där förutom CPT-sondering även ostörd provtagning har utförts. Resultaten indikerar att krypsättningar pågår på dessa nivåer vid tiden för undersökningen.

Det finns en osäkerhet angående lerans sättningsegenskaper då dessa baseras på sonderingar utförda mellan 2014 och 2015 och att korrigering mot konflytgräns delvis har antagits. I PM Förutsättningar Geoteknik DP3 Hagastaden daterat 2014-07-12 beskrivs grundvattentrycknivån variera mellan ca +13 i öster och + 8 i väster. Vid jämförelse av grundvattentrycknivån från 2023 har en minskning av denna skett med ca 2- 3m i öster och ca 3m i väster. Denna sänkning kan ha påverkat lerans egenskaper ytterligare då grundvattensänkningar ger upphov till sättningar i lera.

För att bedöma storleken på eventuella sättningar, som ligger till grund för val av grundläggningstyp, behöver lerans kompressionsegenskaper utredas. CRS försök och beräkningar med aktuella lastförutsättningar behöver utföras.

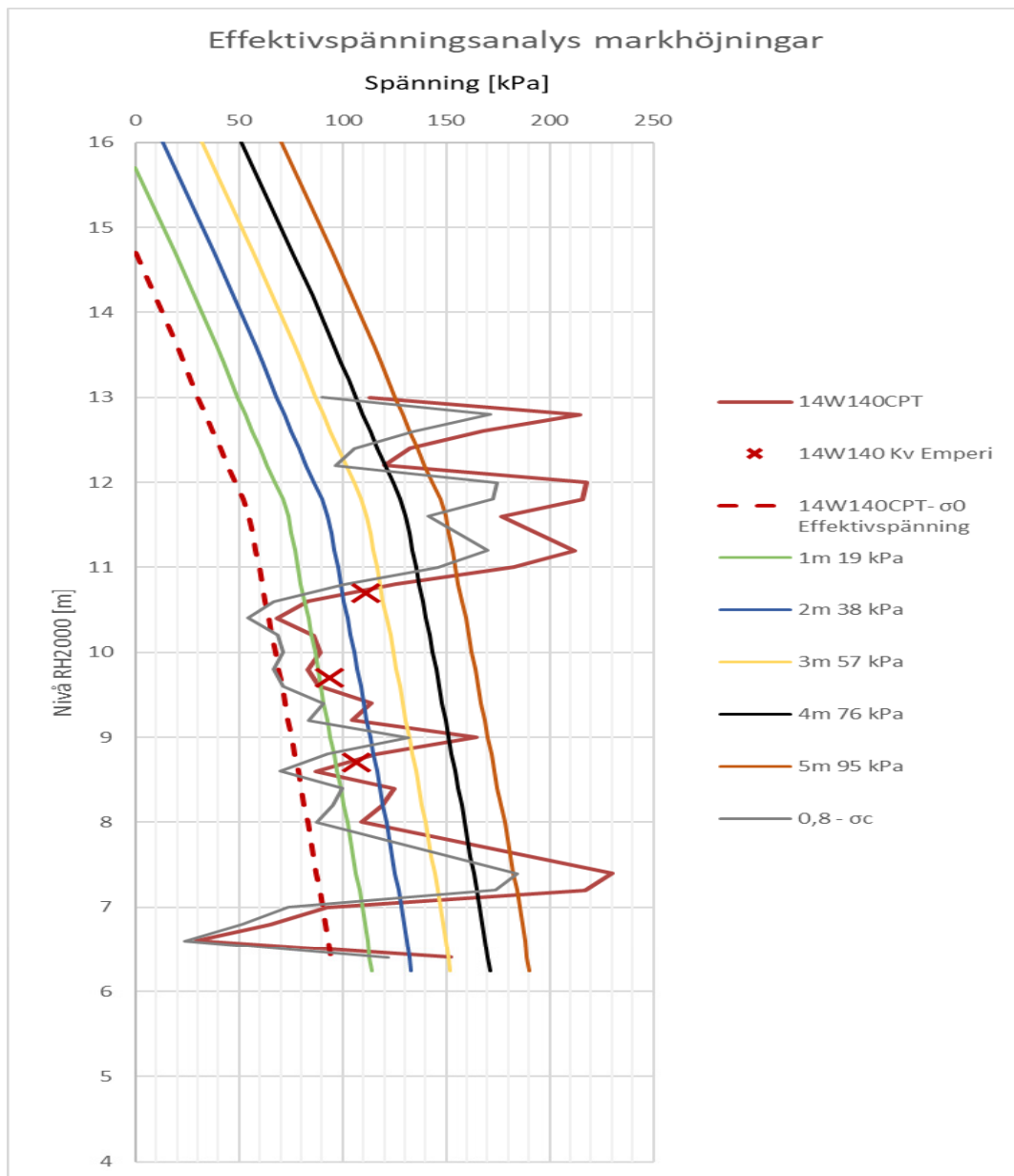


**Figur 11.** Effektivspänningsanalys, rådande förhållanden 2014-2015 (14W140).

Inom kvartersmarken varierar planerade nivåer mellan ca +18 och +20.

En effektivspänningsanalys med lastökningar per meter uppfyllnad redovisas i Figur 12. Analysen visar att förkonsolideringstrycket överskrids vid ca 1-2 m uppfyllnad. Det betyder att konsolideringssättningar kan uppstå till följd av den påförda lasten.





**Figur 12.** Effektivspänningsanalys med lastökningar under rådande förhållanden 2014-2015 (14W140).

## 7 Stabilitet

Enligt kartunderlag från SGU finns inget noterat aktsamhetsområde inom detalplaneområdet för DP3. Ett aktsamhetsområde beskrivs som ett område där förutsättningar för ras och skred finns.



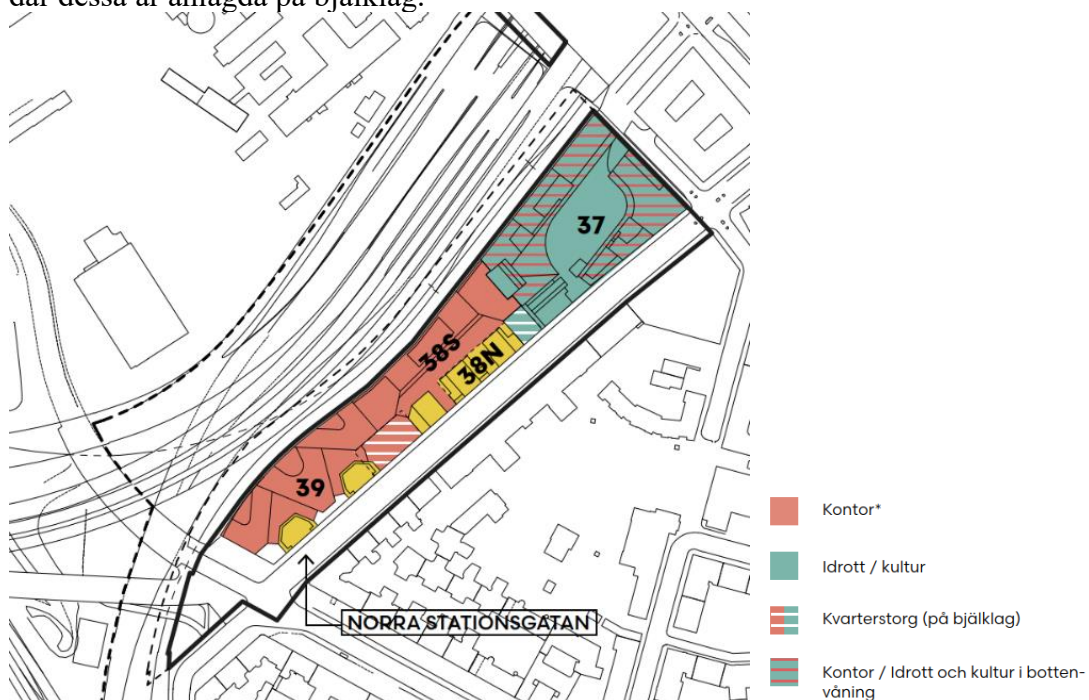
Totalstabiliteten bedöms vara tillfredställande med nuvarande befintliga förhållanden. En överslagsberäkning med en uppfyllnad av 2 m är utförd med godkänd säkerhetsfaktor.

Området består generellt av fyllnadsjord på lera. Leran har en låg till medelhög hållfasthet. Vid nivåskillnader, större uppfyllnader än 2 m, och vid tillkommande laster på befintlig jord, samt vid djupare schaktarbeten kan stabilitetsproblem uppstå. Totalstabiliteten och markens bärighet ska beaktas och kontrolleras i samband med projektering av området. Stabilitetssäkrande stödkonstruktioner kan bli aktuella.

Vid djupare schaktarbeten än 2 m i den befintliga fyllnadsjorden kan stabilitetsproblem uppstå. Temporära stödkonstruktioner kan komma att krävas.

## 7.1 Kvartersmark

Planerad kvartersmark består i huvudsak av bostadsytor. Även två torgytor i söderläge mot Norra Stationsgatan planeras. Norra Stationsgatans marknivåer i dessa två lägen för torgytor är ca +18,5. Nuvarande marknivåer varierar mellan ca +15 och +20. Det kan innebära att både schakt och återfyllning blir aktuellt. I lägen för torgytor består marken överst av fyllnadsmaterial ned till nivå ca +12. Fyllnadsmaterialet underlagras av lera. Figur 13 visar en bild över planerade torgytor där dessa är anlagda på bjälklag.





## 7.2 Allmän platsmark

I anslutning till kvartersmarken, i sydlig riktning, återfinns Norra Stationsgatan. I dagsläget finns tre in- och utfarter från Norra Stationsgatan till kvartersmarken.

Norra Stationsgatan är relativt plan, med inmätta nivåer på ca +18,7 i östra delen och +18 i den västra. Längs södra sidan av Norra Stationsgatan löper en gång och cykelvägbana.

Enstaka provtagningar i Norra Stationsgatan är utförda. Baserat på endast två borrhäls punkter bedöms jordlagerföljden vara fyllning på lera respektive friktionsjord. Fyllningens mäktighet varierar mellan ca 2-6 m i dessa två punkter. Ytterligare provtagningar rekommenderas för att bekräfta detta samt för att bestämma materialtyp samt tjälfarlighetsklass för dimensionering av hårdgjorda ytor.

## 8 Slutsatser och Rekommendationer

### 8.1 Grundläggning av byggnader

Grundläggning av byggnader i ett plan kan plattgrundläggas på naturlig friktionsjord alternativt på fast lera.

För övriga byggnationer rekommenderas att byggnader pålgrundläggs. Val av påltyp och bedömning av pållängder görs i projekteringsskedet för aktuell byggnad. Mängden block i fyllnadsjorden kommer delvis försvåra för påslagning varav borrhäls pålar kan bli aktuellt för att förhindra bortslagning av pålar. Borrhäls pålar skapar även en mindre omgivningspåverkan på omkringliggande byggnationer. Borrhäls med sänkhammare ska utföras med vatten och med kontrollerat returflöde.

Figur 14 visar en bild över tolkade områden där bergyttnivån är högre än ca +11 (RH2000). Inom dessa områden kan eventuellt pålgrundläggning ersättas mot grundläggning på packad fyllning på berg beroende på planerad garage/källarnivå. Detta ska kontrolleras när grundläggningsnivån är bestämd.

Vid större uppfyllnader kring pålade konstruktioner kan sättningar uppkomma. Om det skulle bli aktuellt rekommenderas lättfyllning och/eller länklattor runt byggnaden för att det inte ska bli problem med ojämna sättningar mellan mark och byggnad. Det är särskilt viktigt kring entréer och ramper. För inkommande ledningar rekommenderas det att flexibla anslutningar nyttjas mellan byggnader och omgivande befintlig fyllning. Denna rekommendation bygger dels på att deformationsegenskaperna i befintligt fyllningsmaterial samt underliggande lera är okända, dels utifrån varierande sammansättning av jordmaterial, dels utifrån okänd packningsgrad.

Samtliga tunnlar och Värtabanans skyddsområde i plan och höjd ska beaktas i projekteringsskedet.



Grundläggning måste utföras med hänsyn till närliggande Värtabanan, vars spår är grundlagda direkt på mark och dess grundläggning är känslig för markvibrationer. Det kommer sannolikt att krävas en permanent stödkonstruktion mot Värtabanan vid större uppfyllnader av området.



**Figur 14.** Tolkad bild över ungefärliga områden där pålgrundläggning eventuellt kan ersättas.

## 8.2 Stödmur Karlbergsplatsen

I den sydvästra delen (Karlbergsplatsen) planeras en plan yta att skapas genom att befintlig sluttande mark fylls upp och hålls på plats med hjälp av en stödmur. Stödmuren kommer att ansluta mot befintlig pålgrundlagd bro.

Idag sluttar marken från nord/ nordöst ned mot syd/sydväst med marknivåer från ca +20 i norr och ca +12 i sydväst där området angränsas till Värtabanan.

Utförda jord-bergsonderingar visar att bergytans nivå i nedkant av området mot Värtabanan ligger mellan ca +4 i den norra delen och ca +8 i den södra (RH2000). Inga sonderingar eller provtagningar som ger någon information angående jordarnas innehåll eller egenskaper är utförda. Jordartskartan från SGU redovisar att området består av fyllning.





Då innehåll och egenskaper på befintlig fyllning samt naturlig jord saknas rekommenderas det att stödmuren grundläggs på pålar. Stödmuren kan förankras med förankringsstag.

### 8.3 Kulvert vid Värtabanen

I den västra delen av området planeras det att anläggas en kulvert för dagvattenhantering som kommer behöva passera under Värtabanen. Exakt läge i plan saknas i dagsläget. Värtabanens rälsöverkant ligger på nivå +12,72 vid ungefärligt tänkt läge för ny dagvattenkulvert.

Provtagning i området visar att marken består av fyllnadsjord. Provtagningen visar att marken överst består av sand och grus ovanpå en lera som även innehåller sand och grus. Sedan följer ett fyllnadslager med sand, grus och silt ner till nivå +7 där provtagning avslutats. Inga sonderingar som ger någon information angående jordarnas innehåll eller egenskaper är utförda mellan underkant fyllnadsjord och bergytan.

Utförda jord-bergsonderingar visar att bergytans nivå är ca +2 under Värtabanen i ungefärligt läge för kulvert. Öster om Värtabanen finns sonderingar som visar på bergnivåer på +7 som mest.

### 8.4 Uppfyllnader

Uppfyllningar kommer krävas inom området då de planerade marknivåerna ligger högre än nuvarande marknivåer.

Uppfyllnader upp till 1 m bedöms kunna utföras utan att skadliga sättningar uppstår. Vid större uppfyllnader än ovan kan konsolideringssättningar uppstå. Det som påverkar sättningarnas storlek är dels tillkommande fyllnings mäktighet, dels lerans egenskaper och lerlagrets mäktighet. För att kunna beräkna sättningarnas storlek behövs lerans kompressionsegenskaper utredas vidare med ostörd provtagning samt laboratieförsök på dessa.

Totalstabiliteten för eventuella uppfyllnader inom området ska utredas när dessa nivåer är bestämda.

### 8.5 Schakt

Schakt i fyllnadsjord kan generellt utföras med en släntlutning av 1:1,5 ner till 2 m djup.

Vid djupare schakter samt vid schakt under grundvattenytan skall detta kontrolleras i varje enskilt fall.

Generellt så består den ytliga jorden inom detaljplaneområdet av befintliga fyllningsmassor. Inga, eller mycket begränsade, undersökningar har utförts för att kunna bestämma de ytliga jordarnas materialegenskaper, som exempelvis dess inre



friktingsvinkel. Detta gör att materialet rasvinkel endast kan uppskattas, och att lutning på schaktslänter antas konservativt. Generellt för alla schakter så ska slänter blockrensas.

Där schakt, exempelvis på grund av bristande utrymme, erfordrar brantare släntlutningar ska temporär stödkonstruktion väljas. Mängden block i fyllnadsjorden kommer försvåra drivning av spont. Val av stödkonstruktion görs i projekteringsskedet utifrån exempelvis schaktdjup, blockighet, krav gällande omgivningspåverkan, utrymme etc.

Jordschakt inom undersökningsområdet kan komma att påträffa jord med siltinnehåll. Jord med siltinnehåll är tjälfarligt, erosionskänsligt och får flytjordsegenskaper vid vattenmättnad och omrörning. Arbetstekniska problem kan uppstå vid arbeten under grundvattennivån eller vid kraftig nederbörd, exempelvis i form av slänterosion och bottenuppluckring. Schakter skall länshållas så att erosion och uppmjukning av schaktslänter och schaktbotten ej förekommer varpå täckning av dessa kan bli nödvändigt.

Vid vinterbyggnad skall schakter och schaktbottnar skyddas mot nederbörd och frysning. Tillkommande material får ej vara frysta.

Schaktning ska utföras på ett säkert sätt med hänsyn till arbetsmiljö och närliggande konstruktioner. Vid bedömning av släntlutningar gäller generellt att anvisningar i handboken "Schakta säkert, 2015" (ISBN: 978-91-7464-464-7), utgiven av arbetsmiljöverket och Statens geotekniska institut (SGI), skall beaktas. Samt Krav TRVINFRA-00014 Stabilitetspåverkande arbeten för schakter in närhet till Värtabanan.



## 8.6 Hantering av dagvatten

Dagvattenhantering inom Hagastaden skall utföras enligt framtagna strategier enligt rapport Dagvattenhantering Hagastaden – en övergripande beskrivning utförd av Sweco AB med uppdragsnummer 1970243000, daterad 2018-02-22 samt Stockholms stads Dagvattenstrategi.

Inom detaljplaneområdet förekommer generellt fyllnadsjordan på lera. Fyllnadsjorden bedöms vara relativt genomsläpplig och kan lämpa sig för lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD). Lokalt har lera påträffats i fyllningen och kan skapa lokala täta skikt. Underliggande lera är en tät jord och lämpar sig ej för LOD.

Kontroll avseende eventuella föroreningar i fyllnadsjorden ska utföras för att dessa eventuella föroreningar ej lakas ut genom dagvattnet och spridas vidare.

## 8.7 Radon

Inga markradonmätningar har utförts inom detaljplaneområdet, se kapitel 9.

## 8.8 Omgivningspåverkan

Vid schaktning, packning, sprängning, spontning och pålning uppkommer vibrationer som kan påverka omgivningen negativt. Vibrationer sprider sig i marken och kan ge upphov till skador på omkringliggande byggnader och anläggningar. Innan vibrationsalstrande arbeten påbörjas inom undersökningsområdet ska en riskanalys upprättas. I denna anges omfattning av omkringliggande byggnader och anläggningar och dess befintliga grundläggning. Dessa ska avsynas, riktvärden för vibrationer ska bestämmas samt behov av vibrationsövervakning identifieras.

Grundläggning ska utföras med hänsyn till närliggande Värtabanan, vars spår är grundlagda direkt på mark och dess grundläggning är känslig för markvibrationer.

Samtliga tunnlar skyddsområde och skyddszoner skall beaktas.



## 9 Behov av kompletterande undersökningar

Nedan listats behov av kompletterande geotekniska undersökningar. Dessa kommer behöva anpassas efter valda lösningar.

- Spontar kommer att erfordras i detta projekt. Kompletterande geoteknisk undersökning för att välja sponttyp utifrån läge och jordsammansättning (spont slagen i lås/borrad spont) och förankringsmetod (båkförankring/stämp) kommer behövas i projekteringskedet.
- Inom kvarterensmarken kommer påstoppnivåer behöva undersökas i större omfattning.
- Beroende på grundläggningsmetod och grundläggningsnivåer kan jordarnas egenskaper komma behövas undersökas ytterligare och delvis tätare. Dels för att kunna ta fram dimensionerande jordparametrar, dels för att verifiera de gamla undersökningarna. Även ytterligare provtagningar kan komma att behövas för att bestämma materialtyp samt tjälfarlighetsklass för dimensionering av hårdgjorda ytor.
- Inför projektering av planerade byggnationer i området rekommenderas en markradonundersökning. Markradonundersökningen kan då utgöra underlag för om grundläggning av byggnader behöver utföras radonskyddat eller radonsäkert.
- För planerad kulvert under Värtabanan kommer kompletterande geotekniska undersökningar behövas. Dessa ska utföras i exakt läge för planerad kulvert och ge svar på jordarnas innehåll, egenskaper samt djup till berg.
- Krosszonen enligt byggnadsgeologiska kartan (Stockholms stad) ska kontrolleras av bergtekniker.