




## Projekterings PM Geoteknik

### Geoteknisk undersökning för nya VA-ledningar vid Södra Vrinnevi, Norrköpings kommun

2016-06-01

Upprättat av: Magnus Widfeldt  
Granskat av: Christina Berglund  
Godkänt av: Magnus Widfeldt

Uppdragsnr: 10227543	Projekterings PM Geoteknik	
Daterad: 2016-06-01	Södra Vrinnevi VA	
Reviderad:	Norrköpings kommun	
Handläggare: M. Widfeldt	Status: Projekteringsunderlag	

## Projekterings PM Geoteknik

### Geoteknisk undersökning för nya VA-ledningar vid Södra Vrinnevi, Norrköpings kommun

#### KUND

**Norrköpings Vatten & Avfall AB**  
 Box 85  
 601 02 Norrköping

#### KONSULT

**WSP Sverige AB**  
 601 86 Norrköping  
 Besök: Södra Grytsgatan 7  
 Tel: +46 10 7225000  
 Fax: +46 10 7225353  
 WSP Sverige AB  
 Org nr: 556057-4880  
 Styrelsens säte: Stockholm  
[www.wspgroup.se](http://www.wspgroup.se)


#### KONTAKTPERSONER

##### **Norrköping Vatten och Avfall AB:**

Paul Englund, tel: 011-15 36 00,  
 e-post: [paul.englund@norrkopingvattenavfall.se](mailto:paul.englund@norrkopingvattenavfall.se)


##### **WSP Sverige AB:**

Magnus Widfeldt, tel: 010-722 64 57,  
 e-post: [magnus.widfeldt@wspgroup.se](mailto:magnus.widfeldt@wspgroup.se)

Uppdragsnr: 10227543	Projekterings PM Geoteknik	
Daterad: 2016-06-01	Södra Vrinnevi VA	
Reviderad:	Norrköpings kommun	
Handläggare: M. Widfeldt	Status: Projekteringsunderlag	

## INNEHÅLL


1.	OBJEKT	5
2.	SYFTE	5
3.	STYRANDE DOKUMENT	6
4.	BEFINTLIGA ANLÄGGNINGAR	6
5.	PLANERAD BYGGNATION	6
6.	GEOTEKNISKA FÖRHÅLLANDEN	6
6.1	<b>Topografi</b>	<b>6</b>
6.2	<b>Ytbeskaffenhet</b>	<b>7</b>
6.3	<b>Jordlagerbeskrivning</b>	<b>7</b>
6.4	<b>Jordens materialegenskaper</b>	<b>7</b>
6.5	<b>Hydrogeologiska förhållanden</b>	<b>8</b>
7	SÄTTNINGAR	8
8	STABILITET	8
9	GEOTEKNISKA REKOMMENDATIONER	9
9.1	<b>Delsträcka väg 1</b>	<b>9</b>
9.1.1	Geotekniska förhållanden	9
9.1.2	Förutsättningar	10
9.2	<b>Delsträcka väg 2</b>	<b>10</b>
9.2.1	Geotekniska förhållanden	10
9.2.2	Förutsättningar	10
9.3	<b>Delsträcka väg 21</b>	<b>10</b>
9.3.1	Geotekniska förhållanden	11
9.3.2	Förutsättningar	11
9.4	<b>Delsträcka väg 23</b>	<b>11</b>
9.4.1	Geotekniska förhållanden	11
9.4.2	Förutsättningar	11
9.5	<b>Pumpstationer</b>	<b>11</b>
9.5.1	Geotekniska förhållanden	12
9.5.2	Förutsättningar	12

Uppdragsnr: 10227543	Projekterings PM Geoteknik	
Daterad: 2016-06-01	Södra Vrinnevi VA	
Reviderad:	Norrköpings kommun	
Handläggare: M. Widfeldt	Status: Projekteringsunderlag	

<b>10</b>	<b>DIMENSIONERING OCH BERÄKNINGAR</b>	<b>13</b>
<b>10.1</b>	<b>Geoteknisk kategori och säkerhetsklass</b>	<b>13</b>
<b>10.2</b>	<b>Dimensionerande materialparametrar</b>	<b>13</b>
<b>10.3</b>	<b>Schakt och fyllning</b>	<b>14</b>
<b>11</b>	<b>MILJÖTEKNISKA UNDERSÖKNINGAR</b>	<b>15</b>
<b>11.1</b>	<b>Resultat</b>	<b>15</b>
<b>12</b>	<b>UTFÖRANDE OCH KONTROLL</b>	<b>16</b>
<b>13</b>	<b>GRANSKNING</b>	<b>16</b>

## **BILAGOR**

Bilaga 1 – Stabilitetsberäkning

Uppdragsnr: 10227543	Projekterings PM Geoteknik	
Daterad: 2016-06-01	Södra Vrinnevi VA	
Reviderad:	Norrköpings kommun	
Handläggare: M. Widfeldt	Status: Projekteringsunderlag	

## 1. OBJEKT

På uppdrag av Norrköping Vatten & Avfall AB har WSP utfört en geoteknisk och en översiktlig miljöteknisk undersökning för nya VA-ledningar vid exploateringsområdet Södra Vrinnevi, Norrköpings kommun. Aktuellt område framgår av figur 1.

Norrköping Vatten & Avfall AB planerar att anlägga nya VA-ledningar inom ovan beskrivet område.

Denna Projekterings-PM redovisar de geotekniska förutsättningarna och ger rekommendationer för grundläggning. Utförda undersökningar redovisas i separat Markteknisk undersökningsrapport geoteknik, MUR/GEO och tillhörande ritningar och bilagor, daterad 2016-06-01.



Figur 1. Flygfoto över aktuellt område, källa Google Earth. Rödmarkerat område utgör ungefärligt undersökningsområde.


## 2. SYFTE

Syftet med den geotekniska undersökningen har varit att undersöka mark- och grundläggningsförhållandena inom området för att sedan rekommendera lämpliga åtgärder och grundläggningsmetoder.

Syftet med den översiktliga miljögeotekniska undersökningen har varit att utreda om befintliga fyllningsmassor innehåller föroreningar för att sedan rekommendera lämpliga åtgärder och eventuell särskild hantering av schaktmassor.

Denna PM är ett projekteringsunderlag och behandlar endast rekommendationer och synpunkter för projekteringskedet.



Uppdragsnr: 10227543	Projekterings PM Geoteknik	
Daterad: 2016-06-01	Södra Vrinnevi VA	
Reviderad:	Norrköpings kommun	
Handläggare: M. Widfeldt	Status: Projekteringsunderlag	

För byggskedet skall geotekniska krav och rekommendationer för bygget inarbetas i byggbeskrivningen, alternativt ska föreliggande handling omarbetas till bygghandling.

### 3. STYRANDE DOKUMENT

Denna PM ansluter till SS-EN 1997-1 och SS-EN 1997-2 med tillhörande nationell bilaga samt Boverkets BFS 2011:10.

### 4. BEFINTLIGA ANLÄGGNINGAR

#### *Diken*

Genom de centrala låglänta delarna av området rinner ett kronrike i den norra delen mestadels i väst-östlig riktning och längre söderut mestadels i nord-sydlig riktning och längst i söder i väst-östlig riktning. Diket har sitt ursprung väster om Gamla Övägen i nordväst och mynnar längre söderut ut i Ensjön. Diket är 3-5 m brett och ca 2 m djupt. Utöver detta större dike finns mindre diken inom området.

#### *Vägar*

I områdets västra del ligger Gamla Övägen. Vid höjdpartiet i områdets västra del finns en mindre enskild skogsväg. Väster om Gamla Övägen finns en hårdgjord yta bestående av grus och asfalt.

### 5. PLANERAD BYGGNATION

Inom södra Vrinnevi planeras för nya vägar och VA-ledningar. Denna etapp innefattar väg 1, 2, 21 samt 23. Inom denna del planeras att VA-ledningarna läggs i vägarna och utgörs av självfallsledningar.

Inom området planeras för 3 st pumpstationer. Dessa beskrivs närmare i kapitel 9.

Väster om Gamla Övägen kommer grövre trycksatta VA-ledningar läggas från befintlig brunn söder om korsningen Gamla Övägen-Vilbergsgatan och söderut.


### 6. GEOTEKNISKA FÖRHÅLLANDEN

#### 6.2 Topografi

Den centrala delen av området är flackt med en svag lutning från norr ner mot söder. I områdets västra del (vid lokalgata 1, 2, 21, 22 och 23) ligger marken betydligt högre. Marknivåerna i de centrala delarna varierar mellan ca +37 och +40. I den västra delen varierar marknivåerna i undersökta punkter mellan ca +40 och +58.

Inom de centrala delarna av området består marken av betesmark eller odlad mark. Upp mot höjdpartierna är marken bevuxen med skog och inom delar av området ses berg i dagen.

På västra sidan om Gamla Övägen består marken varierande av gräs, sly och hårdgjorda ytor i form av grus och asfalt (äldre sträckning på Gamla Övägen). Marknivån varierar här mellan ca +40 och +46.

Uppdragsnr: 10227543	Projekterings PM Geoteknik	
Daterad: 2016-06-01	Södra Vrinnevi VA	
Reviderad:	Norrköpings kommun	
Handläggare: M. Widfeldt	Status: Projekteringsunderlag	

## 6.3 Ytbeskaffenhet

Markytan utgörs av asfalt, grus och vegetationsytor med gräs, buskar, sly och träd samt mindre vattenfyllda diken. Inom framförallt höjdpartiet i väster ses berg i dagen på flera platser.

## 6.4 Jordlagerbeskrivning

### *Väster om Gamla Övägen*

I området väster om Gamla Övägen varierar jordlagren en del. Längst i norr består jorden mestadels av lera vilandes på silt och sand. Längre söderut består jorden generellt av mer friktionsjord innan den vid läget för befintlig cirkulationsplats på nytt består av lerjord. Inom delar av de södra och centrala delarna finns fyllningsjord ovan de naturliga jordarna. Leran klassificeras med avseende på odränerad skjuvhållfasthet till mycket låg - låg (enligt SGI information 1 – Jords egenskaper).

### *Norra delen (öster om Gamla Övägen)*

Vid den centrala låglänta delen består jorden överst av mestadels lera. I ytan är leran mullhaltig och mot djupet är leran siltig eller har inslag av siltskikt. Leran klassificeras med avseende på odränerad skjuvhållfasthet till mycket låg - låg (enligt SGI information 1 – Jords egenskaper). Jorddjupet är inom delsträckan större än 5 m.

Grundvattenytan, i de låglänta partierna i norr, i närliggande installerat grundvattenrör har observerats på nivån +37,7 dvs ca 1 m under markytan.

### *Södra delen (höjdpartiet)*

Jorden består mestadels av friktionsmaterial av silt, sand, sten och grus. Inom delar av sträckan består jorden även till viss del av lera. Jorddjupet är inom stora delar av sträckan begränsat men partier med större jorddjup finns. Berg i dagen ses utefter sträckan.


Fritt vatten i provtagningshål har inte observerats ner till 2 m under markytan. Grundvattenytan ligger sannolikt mer än 2 m under befintlig mark. Inom området ses några mindre vattengölar. Detta är sannolikt inestängt ytvatten.

## 6.5 Jordens materialegenskaper

Materialegenskaper har framtagits för jorden vid pumpstation 1 och redovisas nedan.

Den odränerade skjuvhållfastheten (korrigerad) för leran varierar mellan ca 15 - 23 kPa.

Valda värden för jordens karaktäristiska materialegenskaper har erhållits med ledning av härledda värden från utförda vikt- och CPT-sonderingar (utvärderade i Conrad), laboratorie- och fältundersökningar samt empiriskt valda tabellvärden och redovisas enligt nedan i tabell 1.

Uppdragsnr: 10227543	Projekterings PM Geoteknik	
Daterad: 2016-06-01	Södra Vrinnevi VA	
Reviderad:	Norrköpings kommun	
Handläggare: M. Widfeldt	Status: Projekteringsunderlag	

Tabell 1. Valda värden för jordens karaktäristiska egenskaper, pumpstation 1.

Jord	Djup under befintlig markyta [m]	Sammanvägda medelvärden, $X_{valt}$	Tunghet [kN/m <sup>3</sup> ]	Partialkoefficienter
Torrskorpelera	ca 0-1 m	$c_u = 40$ kPa $E = 10$ MPa	$\gamma = 17$ (över GW) $\gamma' = 7$ (under GW)	$\gamma_{M(cu)} = 1,5$
Lera	ca 1-5 m	$c_u = 18$ kPa $E = 4,5$ MPa	$\gamma = 17$ (över GW) $\gamma' = 7$ (under GW)	$\gamma_{M(cu)} = 1,5$
Sand	>5 m	$\phi = 37^\circ$ $E = 40$ MPa	$\gamma = 18$ (över GW) $\gamma' = 11$ (under GW)	$\gamma_{M(\tan\phi)} = 1,3$

## 6.6 Hydrogeologiska förhållanden

Observationer i borrhål visar att fri vattenyta finns ca 1,5 m under befintlig mark väster om Gamla Övägen.

I det centrala låglänta området ligger grundvattentrycknivån ca 1 m under befintlig mark.

Inom höjdpartiet i söder ligger grundvattenytan generellt mer än 1 m under markytan. Inom området ses några mindre vattengölar. Detta är sannolikt inestängt ytvatten.

## 7. SÄTTNINGAR

Sättningar som uppkommer pga ledningsgravarna bedöms bli minimal. Uppfyllningar kring pumpstation 1 i de centrala låglänta delarna rekommenderas att begränsas till 0,5 m.

## 8. STABILITET

Stabiliteten har översiktligt beräknats med hjälp av datorprogrammet GeoStudio 2012 Slope/w. Förutsättningarna vid beräkningarna har varit följande:


- Stabiliteten har beräknats vid pumpstation 1.
- Släntrön belastas med en schaktmaskin ca 2 m bakom krön. Antagen karaktäristisk last 15 kN/m<sup>2</sup>.
- Grundvattenytan ligger 1 m under befintlig mark.
- Släntlutning 2:1.
- Geotekniska laster enligt dimensioneringssätt DA3, ekvation 6.10 i SS-EN 1990 och säkerhetsklass 2.

$$Geo.last = \gamma d \cdot 1,1 \cdot G_{kj} + \gamma d \cdot 1,4 \cdot Q_{kj}$$

där  $G_{kj}$  är permanent last och  
 $Q_{kj}$  är variabel last

Med dessa förutsättningar är stabiliteten inte tillfredsställande för schakt med slänt. Åtgärder krävs i form av t.ex. spontlåda. Stabiliteten är tillfredsställande för en schakt 3 m djup med släntlutning 2:1 samt en spontlåda i den nedre delen.



Uppdragsnr: 10227543	Projekterings PM Geoteknik	
Daterad: 2016-06-01	Södra Vrinnevi VA	
Reviderad:	Norrköpings kommun	
Handläggare: M. Widfeldt	Status: Projekteringsunderlag	

## 9. GEOTEKNISKA REKOMMENDATIONER

Jordlagerförhållandena inom aktuellt område varierar kraftigt. Nedan följer en beskrivning av de olika delsträckorna och de geotekniska förutsättningarna och förutsättningar för dessa sträckor.

Utefter delar av sträckan består jorden av silt eller siltig lera och grundvattenytan är högt belägen. Vid schakt i siltjord med högt vatten kan problem med flytjord uppkomma. Beredskap för åtgärder skall finnas. Sådana åtgärder är i turordning:

1. Schakt i korta etapper (6 m) med successiv igenfyllning.
2. Flackare slänter.
3. Förstärkning av schaktbotten och slänter med minst 0,3 m bergkross som läggs ut successivt.
4. Grundvattensänkning med Well-point.

Med successiv igenfyllning menas att ledningsgraven fylls igen så snart som möjligt. Generellt förutsätts att länshållning kan ske med pumpar i ledningsgrav. Om schaktbotten består av silt- eller lermaterial läggs materialskiljande lager av geotextil under ledningsbädden.

För att undvika grundvattensänkningar i området skall åtgärder vidtas för att undvika utdränering ifrån området. Åtgärder kan t.ex. vara strömningsavskiljande fyllning i djupa ledningsschakter.

Angivna delsträckor och angiven längdmätning överensstämmer med de som återfinns på de geotekniska ritningarna.

### 9.2 Delsträcka väg 1

Sträckan är ca 350 m lång. Sträckan ligger i den nordvästra delen av området och går i nord-sydlig riktning mellan väg 13 och 2. Vid sektion ca 0/170 stiger marken kraftigt. Marknivåerna i undersökta punkter varierar mellan +38,5 och +51. Marken består i norr av åkermark och i söder av skogsmark. Vid ca 0/025 korsar sträckan ett öppet krondike.


#### 9.2.1 Geotekniska förhållanden

I den norra delen av sträckan (mellan 0/000-ca 0/160) består jorden överst av mestadels lera. I ytan är leran mullhaltig och mot djupet är leran siltig eller har inslag av siltskikt. Leran klassificeras med avseende på odränerad skjuvhållfasthet till mycket låg - låg (enligt SGI information 1 – Jords egenskaper). Jorddjupet är inom delsträckan större än 5 m.

Grundvattenytan, i de låglänta partierna i norr, i närliggande installerat grundvattenrör har observerats på nivån +37,7 dvs ca 1 m under markytan.

Längre söderut (mellan ca 0/160-0/350) består jorden mestadels av friktionsmaterial av silt, sand och grus. Inom delar av sträckan består jorden även till viss del av lera. Jorddjupet är inom stora delar av sträckan begränsat men partier med större jorddjup finns. Berg i dagen ses utefter sträckan.

Fritt vatten i provtagningshål har inte observerats ner till 2 m under markytan. Grundvattenytan ligger sannolikt mer än 2 m under befintlig mark.

Uppdragsnr: 10227543	Projekterings PM Geoteknik	
Daterad: 2016-06-01	Södra Vrinnevi VA	
Reviderad:	Norrköpings kommun	
Handläggare: M. Widfeldt	Status: Projekteringsunderlag	

## 9.2.2 Förutsättningar

Mellan 0/000-ca 0/160 kan schakt ner till ca 2,5 m djup utföras med slänt med lutning 2:1. Vid djupare schakter kan förstärkningsåtgärder såsom exempelvis successiv igenfyllning, schaktsläde eller spontlåda krävas.

Förutsättningar för styrd borring/tryckning av ledningen finns.

För denna del av sträckan kan schakt ner till ca 2,5 m djup utföras med slänt med lutning ej brantare än 2:1 under förutsättning att detta verifieras i byggskedet av geotekniker. Vid djupare schakter kan förstärkningsåtgärder såsom exempelvis spontlåda krävas.

Bergschakt eller grundläggning av VA-ledningarna kan krävas inom delar av sträckan.

## 9.3 Delsträcka väg 2

Sträckan är ca 490 m lång. Sträckan ligger i den västra delen av området och går i nordväst-sydöstlig riktning från Gamla Övägen i väster till befintlig fastighet i öster. Marknivåerna i undersökta punkter varierar mellan ca +50 och +58. Marken består av skogsmark. Sträckan följer i stort befintlig skogsväg.

### 9.3.1 Geotekniska förhållanden

Jorden består mestadels av friktionsmaterial av silt, sand, sten och grus. Inom delar av sträckan består jorden även till viss del av lera. Jorddjupet är inom stora delar av sträckan begränsat men partier med större jorddjup finns. Berg i dagen ses utefter sträckan.

Fritt vatten i provtagningshål har inte observerats ner till 2 m under markytan. Grundvattenytan ligger sannolikt mer än 2 m under befintlig mark. Söder om sträckan i sektion ca 0/110 ses några mindre vattengölar. Detta är sannolikt inestängt ytvatten.


### 9.3.2 Förutsättningar

För denna del av sträckan kan schakt ner till ca 2,5 m djup utföras med slänt med lutning ej brantare än 2:1 under förutsättning att detta verifieras i byggskedet av geotekniker. Vid djupare schakter kan förstärkningsåtgärder såsom exempelvis spontlåda krävas.

Bergschakt eller grundläggning av VA-ledningarna kan krävas inom delar av sträckan.

## 9.4 Delsträcka väg 21

Sträckan är ca 610 m lång. Sträckan ligger i den västra delen av området och går i en U-formad båge från väg 2 och söderut i ca 200 m och därefter vänder åt norr för att vid sektion ca 0/520 korsa väg 2 och fortsätta norrut. Marknivåerna i undersökta punkter varierar mellan ca +46 och +60. Marken består av skogsmark och betesmark.

Uppdragsnr: 10227543	Projekterings PM Geoteknik	
Daterad: 2016-06-01	Södra Vrinnevi VA	
Reviderad:	Norrköpings kommun	
Handläggare: M. Widfeldt	Status: Projekteringsunderlag	

### 9.4.1 Geotekniska förhållanden

Jorden består mestadels av friktionsmaterial av silt, sand och grus. Inom delar av sträckan består jorden även av lera. Jorddjupet är inom stora delar av sträckan begränsat men partier med större jorddjup finns. Berg i dagen ses utefter sträckan.

Fritt vatten i provtagningshål har inte observerats ner till 2 m under markytan. Grundvattenytan ligger sannolikt mer än 2 m under befintlig mark.

### 9.4.2 Förutsättningar

För denna del av sträckan kan schakt ner till ca 2,5 m djup utföras med slänt med lutning ej brantare än 2:1 under förutsättning att detta verifieras i byggskedet av geotekniker. Vid djupare schakter kan förstärkningsåtgärder såsom exempelvis spontlåda krävas.

Bergschakt eller grundläggning av VA-ledningarna kan krävas inom delar av sträckan.

## 9.5 Delsträcka väg 23

Sträckan är ca 100 m lång. Sträckan ligger i den västra delen av området och går i väst-östlig riktning från väg 21. Marknivåerna i undersökta punkter varierar mellan ca +50 och +55. Marken består av skogsmark.

### 9.5.1 Geotekniska förhållanden

Jorden består av friktionsmaterial av sand, sten och grus. Jorddjupet är inom sträckan begränsat och varierar i undersökta punkter mellan 0,2 och 4,5 m.

Fritt vatten i provtagningshål har inte observerats ner till 2 m under markytan. Grundvattenytan ligger sannolikt mer än 2 m under befintlig mark.

### 9.5.2 Förutsättningar


För denna del av sträckan kan schakt ner till ca 2,5 m djup utföras med slänt med lutning ej brantare än 2:1 under förutsättning att detta verifieras i byggskedet av geotekniker. Vid djupare schakter kan förstärkningsåtgärder såsom exempelvis spontlåda krävas.

Bergschakt eller grundläggning av VA-ledningarna kan krävas inom delar av sträckan.

## 9.6 Pumpstationer

Inom området planeras det för 3 st pumpstationer. Pumpstation 1 kommer att vara ca 2000 mm i diameter och pumpstation 2 och 3 ca 1200 mm i diameter och med botten mellan 3 och 5,3 m under markytan.

Pumpstation 1 är placerad sydväst om den nya korsningen mellan huvudvägen (väg 13) och väg 1. Marknivån vid pumpstationen ligger på ca +38,5. Brunnen hamnar med botten på nivån ca +33,3 vilket motsvarar ca 5,3 m under befintlig mark.

Uppdragsnr: 10227543	Projekterings PM Geoteknik	
Daterad: 2016-06-01	Södra Vrinnevi VA	
Reviderad:	Norrköpings kommun	
Handläggare: M. Widfeldt	Status: Projekteringsunderlag	

Pumpstation 2 är placerad mellan väg 21 och befintlig byggnad inom det höglänta området i söder. Marknivån vid pumpstationen ligger på ca +48,2. Brunnen hamnar med botten på nivån ca +44 vilket motsvarar ca 4,2 m under befintlig mark.

Pumpstation 3 är placerad i västra änden av väg 2. Marknivån vid pumpstationen ligger på ca +51,6. Brunnen hamnar med botten på nivån ca +48,5 vilket motsvarar ca 3 m under befintlig mark.

## 9.6.1 Geotekniska förhållanden

### *Pumpstation 1*

Jorden består överst av mestadels lera. Lerans mäktighet är ca 5 m. Leran klassificeras med avseende på odränerad skjuvhållfasthet till mycket låg – låg.

Schakt kommer att medföra att leran grävs bort helt eller att ett tunt lager lera återstår. Trycknivån hos grundvattnet i underliggande friktionsmaterial är belägen ca 3-4 m över schaktbotten vilket medför risk för bottenuppträckning.

Grundvattenytan, i de låglänta partierna i norr, i närliggande installerat grundvattenrör har observerats på nivån +37,7 dvs ca 1 m under markytan.

### *Pumpstation 2*

Jorden består mestadels av friktionsmaterial av silt, sand, sten och grus. Jorddjupet varierar beroende på exakt placering av pumpstationen mellan ca 0,8 och 1,6 m.

Grundvattenytan ligger sannolikt mer än 2 m under befintlig mark.

### *Pumpstation 3*

Jorden består mestadels av friktionsmaterial av silt, sand, sten och grus. Även fyllning har påträffats. Jorddjupet varierar beroende på exakt placering av pumpstationen mellan ca 0,8 och 2,0 m.


Grundvattenytan ligger sannolikt mer än 2 m under befintlig mark.

## 9.6.2 Förutsättningar

### *Pumpstation 1*

Innan schakt påbörjas krävs en temporär grundvattensänkning för att undvika bottenuppträckning. En pump sätts ner i underliggande friktionsmaterial utanför tänkt spontkassett och grundvattenytan sänks av till minst nivån +32,8 genom pumpning. Kontroll av att grundvattennivån är avsänkt inom spontkassetten sker genom att installera ett grundvattenrör inom läge för spontkassetten. Schakt under nivån +36,5 får ej ske innan grundvattennivån är avsänkt till 0,5 m under färdig schaktbotten.

Med ovanstående förutsättningar föreslås pumpstationen grundläggas inom en spontkassett. Schakt kan utföras ner till 3 m djup med släntlutning 2:1. Därunder installeras temporär spontkassett. Spontkassetten drivs åtminstone till nivån ca +32,8. På schaktbotten läggs en materialskiljande geotextil och ett lager krossmaterial. Avsänkning av vattennivån innanför sponten utförs med pump placerad inne i sponten och utförs ner till minst 0,5 m under färdig schaktbotten.

Uppdragsnr: 10227543	Projekterings PM Geoteknik	
Daterad: 2016-06-01	Södra Vrinnevi VA	
Reviderad:	Norrköpings kommun	
Handläggare: M. Widfeldt	Status: Projekteringsunderlag	

### Pumpstation 2

Med ovanstående förutsättningar föreslås pumpstationen grundläggas på packad fyllning på naturligt eller avsprängt berg. Schakt kan utföras med släntlutning flackare än 2:1 ner till bergytan. Vid grundläggning på naturligt eller avsprängt berg utförs packad fyllning av minst 0,3 m krossmaterial. Bergytan packas och tätas.

Länshållning bedöms kunna utföras med pump placerad i schaktgrop.

Bergschakt kan komma att krävas.

### Pumpstation 3

Med ovanstående förutsättningar föreslås pumpstationen grundläggas på packad fyllning på naturligt eller avsprängt berg. Schakt kan utföras med släntlutning flackare än 2:1 ner till bergytan. Vid grundläggning på naturligt eller avsprängt berg utförs packad fyllning av minst 0,3 m krossmaterial. Bergytan packas och tätas.

Länshållning bedöms kunna utföras med pump placerad i schaktgrop.

Bergschakt kan komma att krävas.

## 10. DIMENSIONERING OCH BERÄKNINGAR

### 10.2 Geoteknisk kategori och säkerhetsklass

Dimensionering av grundläggning sker enligt Eurocode (EN 1997). Geokonstruktioner dimensioneras enligt säkerhetsklass 2 (SK2) och geoteknisk kategori 2 (GK2).

Notera att vid dimensionering enligt Eurocode skall partialkoefficienten för säkerhetsklassen läggas på nedräknade laster och inte som förut på jordartsparametrar.

### 10.3 Dimensionerande materialparametrar

Beräkningar i bruks- och brottgränstillstånd utförs med nedanstående parametrar och partialkoefficienter. Dessa är utvärderade ur undersökningsresultaten med stöd av IEG:s tillämpningsdokument Grunder (Rapport 2:2008).

Dimensionerande värde för friktionsvinkeln har beräknats enligt formeln:

$$X_d = \tan^{-1}\left(\frac{\tan(X_{valt}) \times \eta}{\gamma_m}\right)$$

Dimensionerande värde för odränerad skjuvhållfasthet samt E-modul har beräknats enligt formeln:

$$X_d = \frac{X_{valt} \times \eta}{\gamma_m}$$


Där

$X_d$  = Dimensionerande värdet för aktuellt material

$X_{valt}$  = valt värde

$\eta$  = omräkningsfaktor



Uppdragsnr: 10227543	Projekterings PM Geoteknik	
Daterad: 2016-06-01	Södra Vrinnevi VA	
Reviderad:	Norrköpings kommun	
Handläggare: M. Widfeldt	Status: Projekteringsunderlag	

$\gamma_m$  = partialkoefficient för aktuellt material

Tabell 2. Partialkoefficienter för dimensionering.

Jordparameter	Symbol	Värde på $\gamma_m$
Friktionsvinkel	$\varphi$	1,3
Tunghet	$\rho$	1,0
E-modul, beräkningsmodell	E	1,3
Skjuvhållfasthet	$\tau$	1,5

Tabell 3. Följande  $\eta$ -värden kan användas vid stabilitetsberäkningar vid pumpstation 1.


$\eta$	Lera, $c_u$	Sand
$\eta_1 \eta_2$	0,85	0,9
$\eta_3$	0,9	1,0
$\eta_4 \eta_5 \eta_6 \eta_7$	1,0	1,0
$\eta_{Tot}$	<b>0,765</b>	<b>0,9</b>

Tabell 4. Dimensionerande värden för stabilitetsberäkning vid pumpstation 1.

Jord	Djup från markytan [m]	Dimensionerande värde, $X_d$	Tunghet [kN/m <sup>3</sup> ]
Torrskorpelera	ca 0-1 m	$c_u = 20$ kPa E= 6 MPa	$\gamma=17$ (över GW) $\gamma'=7$ (under GW)
Lera	ca 1-5 m	$c_u = 9$ kPa E= 2,6 MPa	$\gamma=17$ (över GW) $\gamma'=7$ (under GW)
Sand	>5 m	$\varphi = 28^\circ$ E=28 MPa	$\gamma=20$ (över GW) $\gamma'=12$ (under GW)

## 10.4 Schakt och fyllning

Schaktslänter för VA-schakt kan utföras med släntlutning 2:1 i lera ner till ca 2,5 m djup. Vid djupare schakt kan krävas schakt i schaktsläde alternativt erfordras schaktbottenbesiktning av geoteknisk sakkunnig.

Uppdragsnr: 10227543	Projekterings PM Geoteknik	
Daterad: 2016-06-01	Södra Vrinnevi VA	
Reviderad:	Norrköpings kommun	
Handläggare: M. Widfeldt	Status: Projekteringsunderlag	

För schakt i friktionsmaterial kan denna utföras med släntlutning 2:1 ner till 2,5 m djup under förutsättning att detta verifieras i arbetsskedet av geotekniker. Vid förekomst av vatten bör slänterna fläckas.

## 11. MILJÖTEKNISKA UNDERSÖKNINGAR

### 11.2 Resultat

Provtagning har utförts med skruvborr i tre punkter ner till som mest ca 2 m djup. Provtagningen utfördes där fyllningsjord påträffades. I provpunkt 13 har prov även tagits på asfaltslagret som var ca 5 cm tjockt.

Upptagna jordprov har okulärbedömts med avseende på sammansättning, färg och lukt. Uttag av samlingsprov utförs normalt från varje halvmeter. Vid förändringar av jordart, färg, lukt eller dylikt anpassas provtagningen. Olika jordarter blandas inte.

Jordproverna lades i diffusionstäta plastpåsar och förvarades svalt i avvaktan på analys.

6 jordprov analyserades på laboratorium med avseende på dess innehåll av metaller och organiska ämnen. 1 asfaltsprov analyserades på laboratorium avseende förekomst av PAH-16.

Resultaten från laboratorieanalyserna har jämförts med Naturvårdsverkets generella riktvärden för förorenad mark enligt NV rapport 5976. De generella riktvärdena är uppdelade efter typ av markanvändning, känslig markanvändning, KM, och mindre känslig markanvändning, MKM.


Analysresultaten visar att halten PAH H överstiger riktvärdet för känslig markanvändning, KM. I övrigt har metaller och organiska ämnen påträffats i halter under riktvärdet för känslig markanvändning, KM. Analysresultaten redovisas i sin helhet i bilaga 3.

#### *Asfalt*

Provtagning av asfalt utfördes i punkt 13. Tjockleken på asfalten var ca 5 cm.

Det finns för närvarande inga generella riktvärden för summa 16 PAH i asfalt. Miljö- och hälsoskyddskontoret i Norrköping har lämnat följande förslag på kriterier:

- **< 70 ppm**  
Massorna kan återanvändas fritt.
- **70 – 300 ppm**  
Massorna ska återanvändas inom aktuellt projekt förutsatt att det finns god marginal till högsta vattennivån, att området inte ligger i närheten av vattentäkter, sjöar eller vattendrag. Massorna kan användas som obundet eller bundet bärlager om bärlagret ligger på ett sådant djup att det säkerställs att dubbdäcksslitage inte leder till att bärlagret slits.
- **300 – 1000 ppm**  
Samma som ovan men man ska använda den teknik/metod som minimerar risken för lakning och avgång av PAH. Massor ska endast användas som bärlager efter en relativt hög tillsats av bindemedel.
- **> 1000 ppm**

Uppdragsnr: 10227543	Projekterings PM Geoteknik	
Daterad: 2016-06-01	Södra Vrinnevi VA	
Reviderad:	Norrköpings kommun	
Handläggare: M. Widfeldt	Status: Projekteringsunderlag	

Massorna bedöms som farligt avfall och ska fraktas till klass 1-deponi eller anläggning för destruktion.

Dessa riktvärden är tagna ur Norrköpings kommun – Miljö- och hälsoskyddskontorets information 2007-01-17.

Resultaten från laboratorieanalyserna finns i sin helhet i bilaga 3 men en sammanfattning av resultaten visas i tabell 5 nedan.

**Tabell 5. Sammanfattning av resultaten från laboratorieanalyserna.**

	<b>13 0-0,05</b>	Massor får användas fritt	Massor klassas som farligt avfall
PAH cancerogena	290		
PAH övriga	580		
Summa 16 PAH	870	<70 ppm	>1000 ppm

Med dessa resultat kan massorna återanvändas som bärlager efter en relativt hög tillsats av bindemedel. Metod för att minimera risk för lakning och avgång av PAH ska användas.

## 12. UTFÖRANDE OCH KONTROLL

Innan grundläggningsarbetena påbörjas skall entreprenören upprätta en arbetsberedning för planerade arbeten. Alla arbeten skall bedrivas med sådan försiktighet att befintliga ledningar och kablar samt närliggande byggnader och anläggningar inte skadas. Arbetsberedningen skall innefatta krav på utförande, uppföljning och dokumentation av arbetena.

## 13. GRANSKNING

Granskning har utförts av geotekniker Christina Berglund.