

Uppdragsledare:  
Frida Krantz Röhne  
Upprättat av:  
Fredrik Rask  
Telefonnummer:  
+46 10 505 13 52  
E-post:  
Fredrik.rask@afry.com

Datum:  
2022-05-27  
Uppdrag:  
Segersta 1:81 Programhandling  
Uppdragsnummer:  
213588  
Beställare:  
Kilenkrysset Bygg AB

## PM Geoteknik

Segersta 1:81, Håbo



Källa: Lantmäteriet.

Handläggare

Granskad

Fredrik Rask

Anna Gabrielsson

## Innehållsförteckning

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1     | Sammanfattning.....                                | 3  |
| 2     | Objekt .....                                       | 4  |
| 2.1   | Bakgrund.....                                      | 4  |
| 2.2   | Syfte.....   | 4  |
| 2.3   | Planerad exploatering .....                        | 4  |
| 3     | Underlag .....                                     | 5  |
| 4     | Geoteknisk kategori .....                          | 5  |
| 5     | Utförd geoteknisk undersökning.....                | 5  |
| 6     | Geotekniska förhållanden.....                      | 5  |
| 6.1   | Topografi .....                                    | 5  |
| 6.2   | Jordlagerförhållanden .....                        | 6  |
| 6.3   | Geotekniska materialegenskaper .....               | 7  |
| 6.3.1 | Materialtyp och tjälfarlighetsklass .....          | 7  |
| 6.3.2 | Hållfasthetsegenskaper .....                       | 7  |
| 6.4   | Hydrogeologiska förhållanden .....                 | 7  |
| 6.5   | Sättningsförhållanden .....                        | 8  |
| 6.6   | Stabilitetsförhållanden .....                      | 8  |
| 6.6.1 | Lutningsanalys, SGU.....                           | 8  |
| 6.6.2 | Stabilitetsutredning .....                         | 9  |
| 6.7   | Markradon .....                                    | 13 |
| 7     | Rekommendationer.....                              | 13 |
| 7.1   | Grundläggning.....                                 | 13 |
| 7.2   | Sättningar .....                                   | 13 |
| 7.3   | Stabilitet, schakt och fyllning .....              | 13 |
| 7.4   | Grundvatten och omhändertagande av dagvatten ..... | 15 |
| 7.5   | Kompletterande undersökningar.....                 | 15 |

## Bilagor

| <i>Bilaga nr.</i> | <i>Titel</i>           |
|-------------------|------------------------|
| 1                 | Stabilitetsberäkningar |

## 1 Sammanfattning

AFRY har utfört översiktlig geoteknisk undersökning på fastigheten Segersta 1:81 i Håbo kommun på uppdrag av Kilenkrysset Bygg AB. Syftet med undersökningen var att ge ett översiktligt underlag för detaljplanearbetet samt utreda risker med avseende på ras, skred och erosion till följd av SGI:s yttrande över samrådshandling. Fastighetsområdet planeras för verksamheter, kontor, detaljhandel, motell och restaurang samt tekniska anläggningar.

Markens nivå varierar mellan ca +45 i den centrala delen, med branta partier och berg i dagen, och nivå ca +10 i den nordvästra delen. Jordlager i området består generellt av morän med varierande sammansättning. I de lägre delarna är moränen delvis överlagrad av lera i form av torrskorpelera och mindre del lera med torrskorpekaraktär.

Baserat på utförda stabilitetsberäkningar bedöms inga stabilitetsproblem föreligga inom och mot angränsande områden inklusive E18. Stabiliteten har kontrollerats för både dagens förhållanden men även för preliminära bedömningar av möjlig utformning av området i enlighet med vad planen medger. Förändringar i grundvattennivå bedöms inte innebära stabilitetsproblem med hänsyn till förhållandevis begränsade lermäktigheter.

Områden med lera i de lägre delarna av området bedöms inte vara särskilt sättningkänsliga. Förekommande friktionsjord med morän kan belastas utan att nämnvärda sättningar utbildas. De små sättningar som kan inträffa kan betraktas som elastiska vilket innebär att de utbildas omgående efter att belastning påförts.

Grundläggning av byggnader bedöms kunna utföra med yttlig grundläggning t ex plattor/sulor på fast mark eller berg. Grundläggning av föreslagen väg bedöms kunna anläggas på morän eller där lera förekommer genom tidig utläggning eller eventuellt genom urgrävning av lera.

Med hänsyn till områdets topografi kommer utjämning av marken innebära bergschakt med sprängning. Avplaning som innebär stora uppfyllnader måste planeras noggrant i projekterings- och byggskedet för att minimera differenssättningar samt beakta risk för ras och skred.

Vid en eventuell grundvattenförändring med ett förändrat klimat förändras inte förutsättningarna för jordens lämplighet avseende ras och skred nämnvärt på grund av jordlagerförhållandena.

När placering av byggnader och vägar inom kvartersmark klarlagts rekommenderas kompletterande geoteknisk undersökning i projekteringskedet för att ta fram dimensioneringsparametrar och slutgiltig dimensionering av grundläggning.

## 2 Objekt

### 2.1 Bakgrund

På uppdrag av Kilenkrysset Bygg AB har AFRY utfört geotekniska undersökningar inom fastigheten Segersta 1:81 i Håbo kommun. Området är ca 21 hektar och avgränsas av Jättorpsvägen samt E18:s öst- och västgående körbanor, se figur 2.1. I ett utökat detaljplaneefarande planerar Kilenkrysset att exploatera området för lager- och logistikverksamhet.

En geoteknisk undersökning utfördes 2020 i syfte att översiktligt undersöka de geotekniska förutsättningarna inom området som underlag för detaljplaneläggning av området.

Till följd av SGI:s yttrande över samrådshandling har kompletterande undersökning utförts 2022 för att noggrannare undersöka delar av området för att utreda frågor gällande ras, skred och erosion och utföra stabilitetsberäkning.



Figur 2.2. Undersökningsområdet är utmärkt med röd linje (källa: Lantmäteriet).

### 2.2 Syfte

Syftet med denna PM är att:

- Sammanställa, tolka och analysera resultat från geotekniska undersökningar som underlag för detaljplanearbetet
- Kartlägga geotekniska förutsättningar för detaljplanen och planerad exploatering
- Utreda stabilitetsförhållandena inom området och angränsande områden inklusive E18.

### 2.3 Planerad exploatering

Fastighetsområdet planeras enligt tillhandahållet arbetsmaterial för plankarta för verksamheter, kontor, detaljhandel, motell och restaurang samt tekniska anläggningar. En gata som ansluter från Jättorpsvägen in i planområdet är utsatt och definierad inom

planområdet. Gatan löper längs området sydvästra gräns och E18 östgående körriktning. I detta tidiga skede är utformningen av området i övrigt, med te x placering av övriga gator, byggnader och anläggningar ej bestämt.

I PM Dagvattenutredning från 2020 föreslås två delavrinningsområden med dagvattenledning till dagvattendammar i områdets nordvästra hörn och i sydöstra delen, förbundna med makadamdike parallellt med E18 östgående.

### 3 Underlag

Material som använts som underlag i denna PM är:

- Markteknisk undersökningsrapport (MUR) med tillhörande ritningar, 2022-05-27
- Plankarta samrådshandling, detaljplan för del av Segersta 1:70 m fl, februari 2021
- Planbeskrivning samrådshandling, detaljplan för del av Segersta 1:70 m fl, februari 2021
- PM Dagvattenutredning, daterad 2020-12-07
- Yttrande över samrådshandling, SGI, daterad 2021-06-02

### 4 Geoteknisk kategori

I detta skede bedöms att geoteknisk kategori 2 kan tillämpas i projektet då det förutsätts omfatta konventionella typer av byggnadsverk och grundläggning utan exceptionell risk för omgivningspåverkan eller speciella jord- eller belastningsförhållanden. Detta ska slutligen bedömas i senare skede inför projektering.

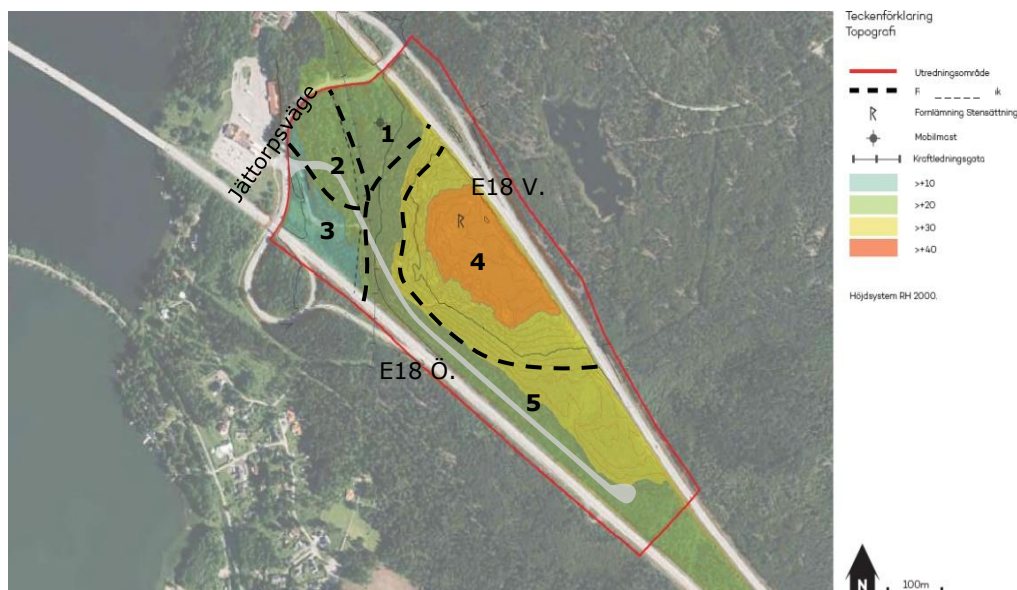
### 5 Utförd geoteknisk undersökning

Geotekniska undersökningar har utförts av AFRY i två omgångar, våren 2020 och våren 2022.

Resultat av fältundersökningarna är sammanställda i markteknisk undersökningsrapport (MUR) med tillhörande ritningar, daterad 2022-05-27.

### 6 Geotekniska förhållanden

#### 6.1 Topografi



Figur 6.1. Topografisk karta med höjdkurvor, föreslaget vägområde och delområden 1-5. Ortofoto från Eniro.

Nivåskillnaderna är stora med en högsta nivå på ca +45 i den centrala delen av området (delområde 4) med bitvis branta partier och berg i dagen. Från den högsta delen sluttar marken till lägre nivåer i resterande delar av området, och i nordost skär västgående körriktning av E18 genom berget. De lägsta nivåerna finns i nordvästra delen av området (delområde 3) med en nivå omkring +10 där Jättorpsvägen passerar under E18. Närmast utanför området i nordväst är marken inom utbyggda delar förhållandevis plan och inom skogsområden generellt sluttande mot Mälaren.

## 6.2 Jordlagerförhållanden

Den geotekniska undersökningen är begränsad till 41 undersökningspunkter fördelade över det 21 hektar stora området. Med hänsyn till detta kan markförhållandena lokalt avvika där avståndet mellan punkterna är stort. Den beskrivna jordlagerföljden är därför att betrakta som översiktlig.

Jordlagerföljden utgörs generellt av morän på berg som i lågpunkterna överlagras av lera på moränen.

I följande avsnitt beskrivs generell jordlagerföljd uppdelat på delområden enligt Figur 6.1.

### **Delområde 1**

Enligt utförda sonderingar uppgår jorddjupet till som mest ca 7,5 meter och jorden utgörs av varvig lera ovan morän på berg. Leran har en mäktighet av ca 2 – 4 meter och har en väl utvecklad torrskorpa på mellan 2 till 3 meter.

### **Delområde 2**

Området utgörs av fastmark av främst siltig morän med förekomst av block. Jorddjupet är förhållandevis stort och uppgår till som mest ca 10 meter.

### **Delområde 3**

Inom området utgörs jorden av upp till ca 2 meter siltig varvig torrskorpelera följt av varvig lera med torrskorpekaraktär till som mest ca 3 meters djup ovan morän på berg. I läget för den befintliga infartsvägen utgörs jordlagerföljden av 1 meter fyllning av stenig grusig sand ovan sandig eller siltig morän på berg. Enligt sonderingar uppgår jorddjupet inom området till som mest ca 7,5 meter.

### **Delområde 4**

Området utgörs av hållmark med berg i dagen eller morän ovan ytnära berg, i lokala svackor mellan hållarna förekommer jorddjup som enligt utförda sonderingar uppgår till som mest ca 2,5 meter.

### **Delområde 5**

Enligt utförda sonderingar utgörs jorden främst av morän som ställvis överlagras av siltig varvig torrskorpelera till som mest ca 2 meters djup.

För fullständig redovisning av undersökningspunkterna se ritningar tillhörande MUR.

## 6.3 Geotekniska materialegenskaper

### 6.3.1 Materialtyp och tjälfarlighetsklass

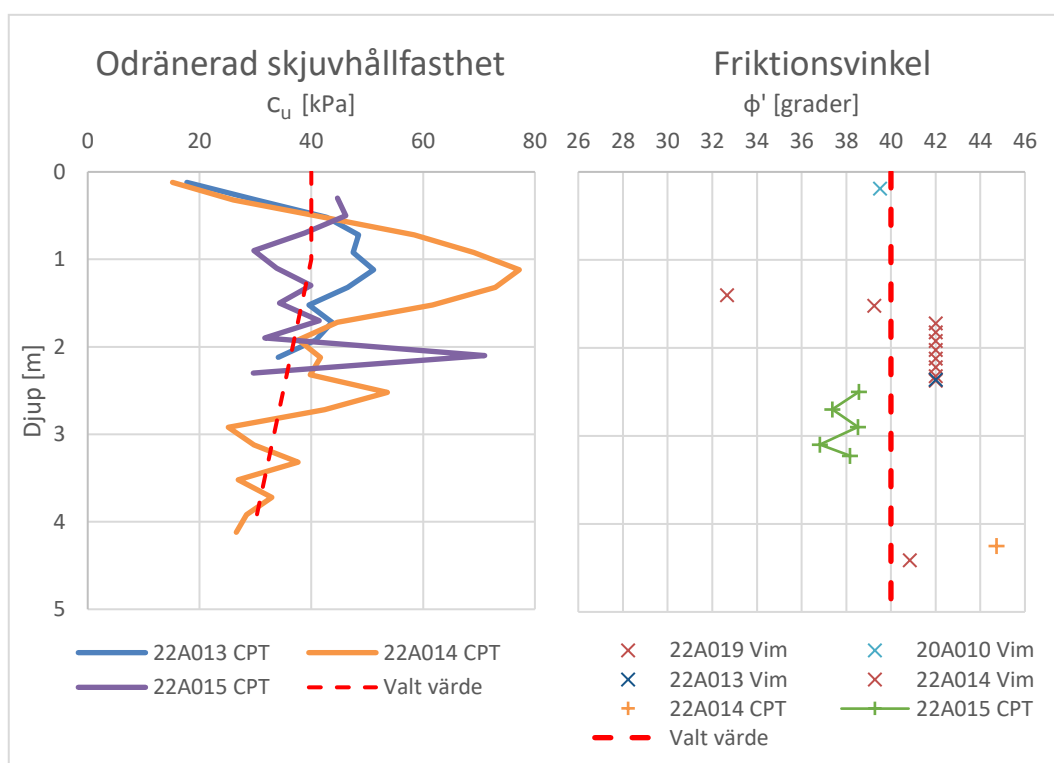
Lerans materialtyp har bestämts till 4B och 5B med en tjälfarlighetsklass på 3 eller 4 vilket innebär måttligt till mycket tjällyftande. Moränen tillhör materialklass 2 till 4A med en tjälfarlighetsklass på 1 till 3 vilket är icke till måttligt tjällyftande. Se resultat av laboratorieundersökning i MUR för fullständig redovisning av materialtyp och tjälfarlighetsklass för samtliga prover.

### 6.3.2 Hållfasthetsegenskaper

Torrskorpelerans skjuvhållfasthet från utvärdering av 3 st cpt-sonderingar i delområde 1 och 3 varierar inom ett stort intervall, med valt värde mellan 35-40 kPa. Se figur 6.2.

Lerans skjuvhållfasthet från utvärdering av 1 st cpt-sondering i delområde 1, minskar med djupet till som lägst ca 30 kPa ca 4 m djup under markytan.

Moränens friktionsvinkel utvärderas till 40 grader, valt värde, från utvärdering av vikt- och cpt-sonderingar i 5 punkter utspridda i delområde 1, 3 och 5.



Figur 6.2. I vänster diagram visas odränerad skjuvhållfasthet, härledda värden från CPT-sonderingar. I höger diagram friktionsjordens friktionsvinkel, härledda värden från CPT-sonderingar och viktsonderingar. Valda värden visas med streckad linje.

## 6.4 Hydrogeologiska förhållanden

Fem grundvattenrör har installerats inom området fördelade över de lägre belägna områdena (delområde 1, 3 och 5). Grundvattenrören är installerade med filterspets i morän och nära bergytan i respektive punkt. Ett av rören är installerat 2022 och resterande är installerade 2020.

De äldre grundvattenrören har mätts vid 3 tillfällen, juni 2020 samt i mars och april 2022. Det nya röret som är installerat 2022 har endast mätts en gång, i april 2022. Högsta och lägsta nivå framgår av Tabell 6.1 nedan.

Tabell 6.1. Grundvattenrör och uppmätta grundvattentrycknivåer

| Rör id  | Antal mätningar | Mätperiod                               | Minsta nivå / m under markyta | Högsta nivå / m under markyta |
|---------|-----------------|---|-------------------------------|-------------------------------|
| 20A007G | 3               | 18 juni 2020, 3 mars<br>- 12 april 2022 | +12,9 / 0,8 m                 | +13,4 / 0,2 m                 |
| 20A011G | 3               | 18 juni 2020, 3 mars<br>- 12 april 2022 | Torr (+23,1)                  | +25,4 / 1,6 m                 |
| 20A017G | 3               | 18 juni 2020, 3 mars<br>- 12 april 2022 | +31,0 / 0,6 m                 | +31,6 / 0,1 m                 |
| 20A021G | 3               | 18 juni 2020, 3 mars<br>- 12 april 2022 | +27,1 / 1,3 m                 | +28,2 / 0,2 m                 |
| 22A014G | 1               | 12 april 2022                           | +23,1 / 0,2 m                 | +23,1 / 0,2 m                 |

I samband med ett platsbesök utförda 2020 noterades sankmarker med ytliga vattenansamlingar i de lägre belägna nordvästra och sydöstra delarna, inom delområde 3 och 5.

Dagvattnets avrinning från området sker från den högre topografin mot områdets sydvästra kant. Vattnet leds sedan norrut i det dike som löper nära kanten av området.

## 6.5 Sättningsförhållanden

Områden med lera i de lägre delarna av området bedöms inte vara särskilt sättningsbenägna baserat på överkonsolideringsgrad från cpt-sonderingar. Leran utgörs till större delen av torrskorpelera och totala mäktigheten uppgår enligt utförda undersökningar till som mest ca 4 meter.

I och nära föreslagen väg består jorden längs delar av sträckan av torrskorpelera och lera med torrskorpekaraktär med begränsad mäktighet.

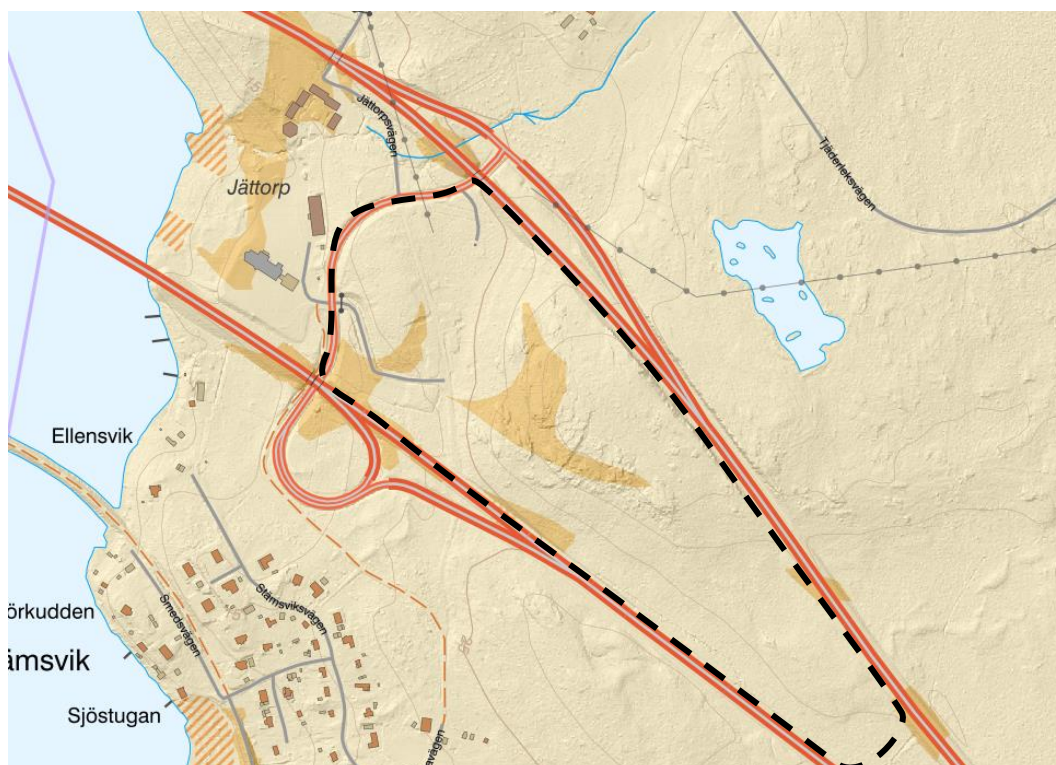
Förekommande friktionsjord med morän kan belastas utan att nämnvärda sättningar utbildas. De små sättningar som kan inträffa kan betraktas som elastiska vilket innebär att de utbildas omgående efter att belastning påförts.

## 6.6 Stabilitetsförhållanden

### 6.6.1 Lutningsanalys, SGU

Enligt SGU kartblad finns aktsamhetsområden för skred i områden med finkornig jordart (främst silt och lera), se mörkare områden i Figur 2.26.3. Kartan baseras på lutningsanalys av topografin och kartan är ett hjälpmedel för att tidigt identifiera områden där det kan finnas skredfara.





Figur 6.3. Förutsättningar för skred i finkornig jordart, SGU. Brunt markerar aktsamhetsområde - skred i finkornig jordart baserat lutningsanalys.

Kompletterande fältundersökningar visar emellertid att utbredningen av finkornig jordart är mindre jämfört med SGU jordartskarta och kartan i figur 6.3. Inom det högst belägna området påträffades vidare bara friktionsjord eller ytnära berg i utförda punkter.

## 6.6.2 Stabilitetsutredning

### 6.6.2.1 Beräkningsförutsättningar

Höjdsättning för området är idag obestämt, men för att skapa rationella byggrätter förutsätts att stora delar av området kommer att plansprängas samt att viss uppfyllnad kan komma att ske i de lägre belägna områdena, Figur 6.4.

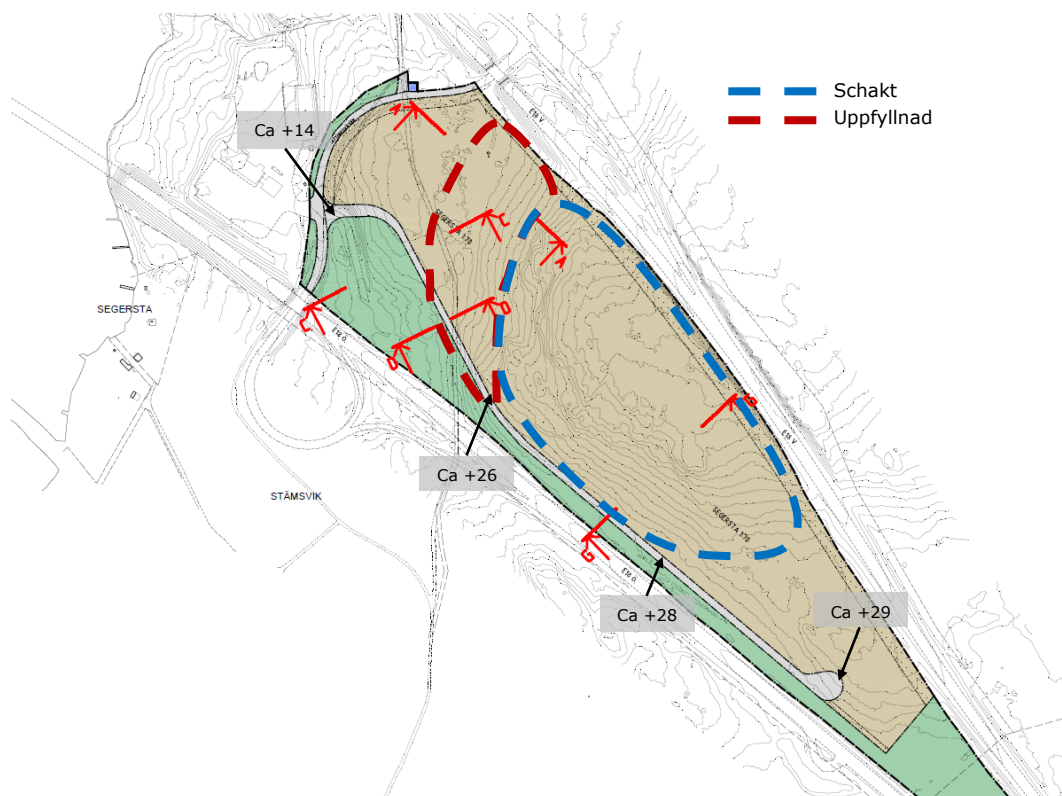
Planförslaget möjliggör för en huvudgata som i väst ansluter till Jättorpsvägen på en nivå om ca +14. Från Jättorpsvägen går vägen sedan österut längs områdets södra kant. Gatan förutsätts utformas med en höjdsättning anpassad mot befintlig marknivå vilket innebär ca +26 till +29 i södra delen av området. Antagna nivåer för gatan medför att vägen utformas med en ca 12 meter hög stigning från Jättorpsvägen.

Kvartersmarken öster om vägen antas utformas med en någorlunda jämn markyta för att möjliggöra för verksamhetsområden, med en höjdsättning som förhåller sig till huvudgatan.

Stabilitetsberäkningar har utförts i 4 sektioner listade nedan. Val av beräkningssektioner har gjorts med avseende på befintliga släntlutningar och jordlagerförhållanden samt för att utreda stabiliteten i olika ritningar och delar av planområdet.

Sektionerna framgår på ritningar tillhörande MUR tillsammans med resterande sektioner, samt översiktligt i Figur 6.4 nedan. Beräkningar har utförts för befintliga förhållanden samt planerade förhållanden enligt ovan nämnda preliminära bedömningar.

- Sektion A-A, mot Jättorpsvägen i områdets norra del
- Sektion C-C och D-D i områdets nordvästra del
- Sektion G-G, mot E18 i områdets västra del.



Figur 6.4. Beräkningssektioner samt antaganden om ungefärliga områden för framtida schakt och fyllning och antagna nivåer för huvudgata.

#### Sektion A-A

Då eventuella uppfyllnadsnivåer är okända har beräkningar utförts för hypotetiska nivåer för att avgöra största möjliga uppfyllnadsnivå. Uppfyllanden har antagits utföras så att släntföt placeras inom området med lera vilket ger de mest begränsade förutsättningarna.

#### Sektion C-C

Sektionen går genom det lokala höjdparti av fastmark närmast Jättorpsvägen. Inom sektionen varierar marknivån med ca 10 meter. Den planerade huvudgatan går i ca 4 meter skärning.

#### Sektion D-D

Huvudgatan förutsätts begränsas till ca 5 % lutning och kommer därför att gå i skärning ca 150 meter närmast Jättorpsvägen, därefter planar marken av och vägen går på som mest ca 2 – 3 meter hög vägbank i höjd med sektion D-D för att sedan efter ca 290 meter återgå till att följa marknivå vid ca +26.

#### Sektion G-G

Nivån för huvudgatan har antagits till +27 med dagvattendiken om 1 meters djup på var sida om vägen. I utförda beräkningar har marken öst om vägen antagits oförändrad vilket innebär sämst förhållanden ur stabilitetssynpunkt.

#### 6.6.2.2 Beräkningsmetod

Beräkningarna är utförda i programmet SLOPE /W, GeoStudio 2021, version 11.1.3 och enligt partialkoefficientmetoden. Erforderlig säkerhetsfaktor,  $F_{EN} > 1,0$  för antagen säkerhetsklass SK 2.

Beräkningarna har utförts genom att inledningsvis söka glidytor med ett grovt sökområde längs hela beräkningssektionen. När området där glidytor med lägst säkerhetsfaktor har lokaliserats har sökområdet förfinats till den grad att säkerhetsfaktorn inte längre minskar.

### 6.6.2.3 Materialegenskaper

Valda värden har baserats på härledda värden från sonderingar enligt avsnitt 6.3.1 samt med ledning av avsnitt 5.2.2.8 i TK geo 13. Från valda värden har dimensionerande materialparametrar bestämts enligt (1) med en omräkningsfaktor,  $\eta$ , om 0,86 för lera och 0,95 för friktionsjord. Valda värden framgår av Figur 6.2. För kombinerad analys antas friktionsvinkeln vara 30 grader för leran och den effektiva kohesionen antas till 10 % av den odränerade skjuvhållfastheten enligt avsnitt 5.2.2.6.2 i TR Geo 13 (TDOK 2013:0668). Partialkoefficienter framgår av Tabell 6.2 och beräknade dimensionerande värden presenteras i Tabell 6.3.

$$X_d = \frac{1}{\gamma_M} \cdot \eta \cdot X_{valt} \quad (1)$$

Tabell 6.2. Partialkoefficienter för materialparametrar

| Jordparameter                     | Beteckning, $\gamma_M$ |
|-----------------------------------|------------------------|
| Friktionsvinkel, $\tan(\varphi)$  | 1,3                    |
| Effektiv kohesion, $c'$           | 1,3                    |
| Odränerad skjuvhållfasthet, $c_u$ | 1,5                    |
| Tunghet, $\gamma$                 | 1,0                    |

Tabell 6.3. Dimensionerande jordparametrar

| Material           | Tunghet $\gamma/\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ] | Friktionsvinkel, $\varphi$ [°] | Odränerad skjuvhållfasthet, $c_u$ [kPa] | Effektiv kohesion, $c'$ [kPa] |
|--------------------|---|--------------------------------|---|-------------------------------|
| Lera 1 (<1 m djup) | 18/8  | 23,9*                          | 29,9                                    | 3,1                           |
| Lera 2 (>1 m djup) | 17/7  | 23,9*                          | 29,9-1,9/m                              | 3,1-0,3/m                     |
| Morän              | 20/12   | 31,0                           | -                                       | -                             |
| Fyllning           | 20/13   | 36,6                           | -                                       | -                             |
| Befintlig fyllning | 20/13   | 34,7                           | -                                       | -                             |

\* Antaget enligt 5.2.2.6.2, TR Geo 13.

### 6.6.2.4 Grundvattennivå

Grundvattennivåer har antagits baserat på uppmätta nivåer i installerade grundvattenrör. Då samtliga grundvattenrör är installerade i den lägre terrängen är grundvattennivån i den högre terrängen ej fastställd. Lägst stabilitet uppstår vid höga portryck och därför har grundvattennivån i den högre terrängen antagits konservativt till att ligga i eller nära marknivå.

I sektion D-D finns inget nära beläget grundvattenrör och grundvattentrycket är därför osäkert. Ett rimligt antagande är att grundvattennivån ligger vid underkant torrskorpelera, men då antagandet är osäkert har även en känslighetsanalys utförts med portryck antaget hydrostatiskt från marknivå.

#### 6.6.2.5 Laster

Karakteristisk trafiklast har antagits till 15 kPa. Dimensionerande last beräknas till 19,1 kPa enligt (2), där  $\gamma_{Q,g} = 1,4$  för variabel last och  $\gamma_d = 0,91$  för SK 2.

$$q_d = \gamma_d (\gamma_{Q,g} \cdot q_k) \quad (2)$$

#### 6.6.2.6 Resultat

Resultat från stabilitetsberäkningar redovisas i Tabell 6.1 och grafiskt i bilaga 1. Då beräkningssektionerna är långa redovisas endast en kortare del av beräkningssektionerna i bilaga 1, men glidytor har sökts längs hela beräkningssektionen.

Tabell 6.4. Resultat beräknad säkerhetsfaktor vid odränerad och kombinerad analys. Erforderlig säkerhetsfaktor,  $F_{EN} > 1,0$ .

| Beräkningssektion   | Odränerad analys | Kombinerad analys |
|---|------------------|-------------------|
| Sektion A-A, Befintliga förhållanden                                | 3,08             | 3,08              |
| Sektion A-A, Uppfyllnad till +28, släntlutning 1:2                  | 1,13             | 1,08              |
| Sektion A-A, Uppfyllnad till +29, släntlutning 1:2                  | 1,08             | 1,03              |
| Sektion A-A, Uppfyllnad till +30, släntlutning 1:2                  | 0,97             | 0,93              |
| Sektion C-C, Befintliga förhållanden                                | 1,04             | 1,04              |
| Sektion D-D, Befintliga förhållanden                                | 1,83             | 1,83              |
| Sektion D-D, Vägbank +23, släntlutning 1:2                          | 1,80             | 1,56              |
| Sektion D-D, Vägbank +23, släntlutning 1:2, Känslighetsanalys GV    | 1,80             | 1,51              |
| Sektion D-D, Vägbank +26, släntlutning 1:2                          | 1,64             | 1,54              |
| Sektion D-D, Vägbank +26, släntlutning 1:2, Känslighetsanalys GV    | 1,64             | 1,51              |
| Sektion D-D, Vägbank +27, släntlutning 1:2                          | 1,57             | 1,49              |
| Sektion D-D, Vägbank +27, släntlutning 1:2, Känslighetsanalys GV    | 1,57             | 1,44              |
| Sektion D-D, Uppfyllnad +27, släntlutning 1:2                       | 1,55             | 1,47              |
| Sektion D-D, Uppfyllnad +27, släntlutning 1:2, Känslighetsanalys GV | 1,55             | 1,44              |
| Sektion G-G, Befintliga förhållanden                                | 1,93             | 1,93              |
| Sektion G-G, Ny väg   | 2,14             | 1,43              |

Beräkningar visar att stabiliteten i samtliga 4 beräkningssektioner är tillfredsställande för nuvarande förhållanden.

### **Sektion A-A**

Med förutsättningar enligt ovan är stabiliteten tillräcklig för uppfyllnad till +29 motsvarande ca 5,5 meter uppfyllnadshöjd med slänt 1:2 och med en trafiklast om 19 kPa minst 1 meter bakom släntkrön.

### **Sektion C-C**

Enligt planerad detaljplan kommer nordvästra delen att förbli naturmark, eventuellt med dammar för dagvattenhantering. Enligt antaganden gällande vägens och områdets höjdsättning kommer vägen att anläggas i skärning.

Schakt ovan grundvattenytan med schaktdjup om max 1,5 meter kan utföras med släntlutning på 1:1,5 utan belastning av släntkrön. Vägskärning genom friktionsjorden ovan grundvattenytan kan utformas med slänt 1:1,5 utan stabilitetsåtgärd.

### **Sektion D-D**

Beräkningar för vägbank visar att stabiliteten är tillfredställande med en bankhöjd till åtminstone +27 vilket motsvarar ca 7 meter uppfyllnad. Även med en uppfyllnad av kvartersmarken öster om vägen till +27 är stabiliteten tillfredställande. Enligt antagna förutsättningar *kommer vägbanken däremot att bli lägre*, som mest omkring 3 meter hög.

### **Sektion G-G**

Enligt antaganden gällande vägens och områdets höjdsättning uppfylls stabilitetskravet med god marginal.

## **6.7 Markradon**

Enligt SGUs kartblad kan markens urankoncentration uppskattas innehålla <5 ppm uran. Från detta kan markens ungefärliga radiumhalt ( $^{226}\text{Ra}$ ) uppskattas då 1 ppm uran = 12,3 Bq/kg  $^{226}\text{Ra}$  vilket skulle innebära att marken faller inom klassificeringen lågradonmark.

## **7 Rekommendationer**

### **7.1 Grundläggning**

I detta skede finns ingen information om utformning och placering av byggnader inom kvartersmarken. Med avseende på att jorddjupet på flera ställen är litet samt att jorden består av morän alternativt morän överlagrad av lera med liten mäktighet bedöms grundläggning kunna ske utan särskilda förstärkningsåtgärder med ytlig grundläggning t ex plattor/sulor på fast mark.

Även planerad väg bedöms kunna grundläggas utan särskilda förstärkningsåtgärder på fast mark av morän eller där lera förekommer genom tidig utläggning eller eventuellt efter att sämre jordlager av lera schaktats bort och ersatts med fyllning.

I senare projekteringskede bör grundläggningsmetod undersökas utförligare.

### **7.2 Sättningar**

Med avseende på de begränsade lermäktigheterna påträffade inom området bedöms generellt ingen sättningsproblematik föreligga som kräver förstärkningsåtgärder. I och med att den geotekniska undersökningen är översiktlig kan jorden eventuellt lokalt avvika.

### **7.3 Stabilitet, schakt och fyllning**

Baserat på utförda stabilitetsberäkningar (avsnitt 6.6.2) bedöms inga stabilitetsproblem föreligga inom området. Stabiliteten har kontrollerats för både dagens förhållanden men även för preliminära bedömningar av möjlig utformning av området i enlighet med vad planen möjliggör.

Stabiliteten mot östgående körbana av E18 har kontrollerats i sektion D-D och G-G för nuvarande förhållanden samt för en möjlig utformning av huvudvägen i området. Nivån av marken öster om vägen bedöms komma att justeras mot vägens höjdsättning vilket medför jord- och bergschakt till som lägst ca +26 till +29 samt eventuell utfyllnad inom de lägre belägna områdena. Marken väster om vägen, naturmarken, kommer inte att bebyggas och bedöms till stor del behålla befintliga nivåer.

Beräkningar i sektion D-D visar att vägbanken kan utföras med en släntlutning av 1:2 till åtminstone +27 vilket motsvarar ca 7 meter uppfyllnad. Även med en uppfyllnad av kvartersmarken öster om vägen till +27 är stabiliteten tillfredställande. Enligt antagna förutsättningar blir vägbanken lägre, som mest omkring 3 meter hög.

Områdets gräns mot västgående körbana av E18 utgörs främst utav bergskärning med inget eller mycket litet jordtäckte och således föreligger inget stabilitetsproblem avseende jord. Bergstabilitet behandlas i PM Bergteknik. En uppfyllnad av området närmast E18 bedöms kunna utföras till åtminstone vägens nivå utan att orsaka stabilitetsproblem, d.v.s. mellan +30 och +35.

Mot norr och ner mot Jättorpsvägen har stabiliteten kontrollerats i sektion A-A, både för befintliga förhållanden samt för eventuell uppfyllnad av marknivån. Stabilitet är idag god och marken bedöms även kunna fyllas upp till +29 motsvarande ca 5,5 meter utan risk för stabilitetsproblem. Detta förutsätter släntlutning 1:2 och med en last om 15 kPa minst 1 meter bakom släntkrön.

I västra delen av området och intill Jättorpsvägen finns idag en slänt ner mot befintlig infart till området. Slänten har kontrollerats för befintliga förhållanden i sektion C-C och stabiliteten är tillfredställande. Enligt planen ligger området inom naturmark och befintliga marknivåer har därför antagits förbli oförändrade.

Centralt inom området där topografin är som högst utgörs de brantaste partierna främst av bergslänter. Mellan berghällarna förekommer morän till små jorddjup. Stabiliteten för dessa förhållanden har kontrollerats i sektion A-A samt G-G och stabiliteten är tillfredställande.

Den naturliga marken inom området uppvisar idag ingen påtaglig erosion. Marken är skyddad av vegetation och jorden utgörs främst utav morän med varierande fraktioner av silt, sand, grus och sten. Vid förändring av marken, dess lutning och diken samt borttagning av vegetation kan erosionen öka när vattenflöden koncentreras vid markytan. Ökade vattenflöden i samband med kraftig nederbörd leder till att jordpartiklar lättare eroderar. Även jordtypen avgör förutsättningarna för erosion där silt, siltig morän och sand är mer erosionskänsliga. Genom att utforma slänter med vegetation och dagvattenhantering så att framtida vattenflöden bromsas upp kan risken för erosion minimeras. För att möjliggöra anslutning av kvartersmark inom de högst liggande områdena till planerad huvudväg kommer marken också att behöva planas av vilket innebär lägre lutningar och mindre erosion.

Generellt bedöms schakt ovan grundvattenytan med ett schaktdjup om max 1,5 meter kunna utföras med en släntlutning på 1:1,5. Med en schaktbotten under grundvattenytan eller djupare än 1,5 meter fastställs släntlutningen från fall till fall i samråd med geotekniker.

Utförda kontroller av stabiliteten inom området syftar till att klargöra risker för stabilitetsbrott i jord inför fastställande av detaljplanen. Kontrollberäkningar baseras på samrådshandlingar och preliminära antaganden gällande områdets utformning och höjdsättning. I kommande detaljprojektering och byggskede ska stabiliteten för aktuell utformning verifieras.

## 7.4 Grundvatten och omhändertagande av dagvatten

Med hänsyn till nuvarande markförhållanden bedöms förutsättningar för omhändertagande av dagvatten genom infiltration som låga till medelhöga. Grundvattennivån inom lägre delarna, med installerade grundvattenrör, ligger relativt ytligt mellan 0,1 – 2,1 m djup under markytan. Exploatering av området kan innebära vattenverksamhet eller markavvattning vid exempelvis schakter under grundvattennivån. Vid markavvattning krävs dispens då det inom Uppsala län råder förbud mot markavvattning.

Uppmätt grundvattennivå visar att höjdsättning av avrinningsvägar, dagvattendammar och diken måste anpassas så det inte medför en dränering av grundvattnet.

## 7.5 Kompletterande undersökningar

Den geotekniska undersökningen är översiktlig och lokalt kan därmed de geotekniska förutsättningarna skilja. När utformning och placering av byggnaderna samt färdig marknivå närmare klarlagts rekommenderas att behov av kompletterande undersökningar ses över.

Grundvattennivåns årsvariation är i nuläget inte klarlagd. Därför rekommenderas att mätning av installerade grundvattenrör utförs månadsvis under längre tid.

Inga radonmätningar har genomförts i området, men området kan översiktligt klassas som lågradonmark. Inför projektering bör övervägas att utföra en radonundersökning för att noggrannare kunna radonklassa marken och om byggnader ska utföras radonskyddade.