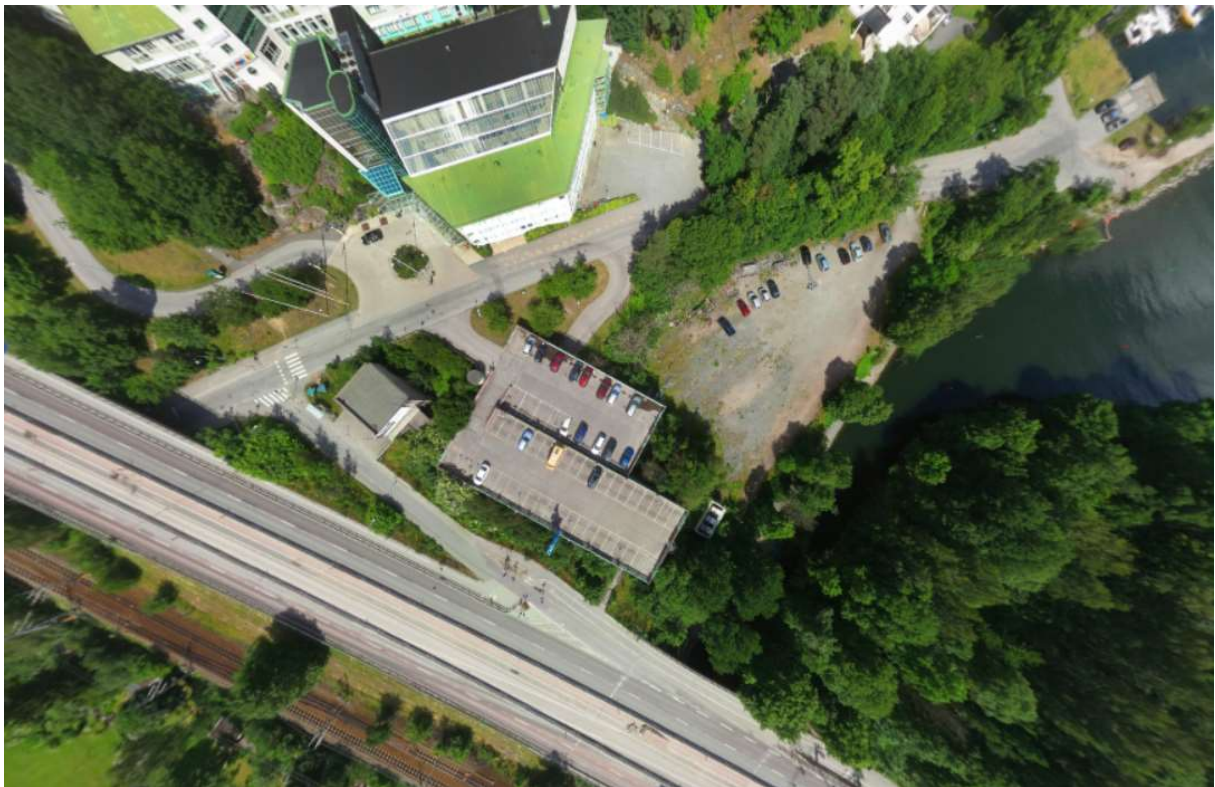


GEOSIGMA

Grav 20047


Tekniskt PM – Geoteknik

Kv. Triangeln m.fl. i Solna stad



Geosigma AB

Stockholm 2020-02-14 (revH:2021-06-09)

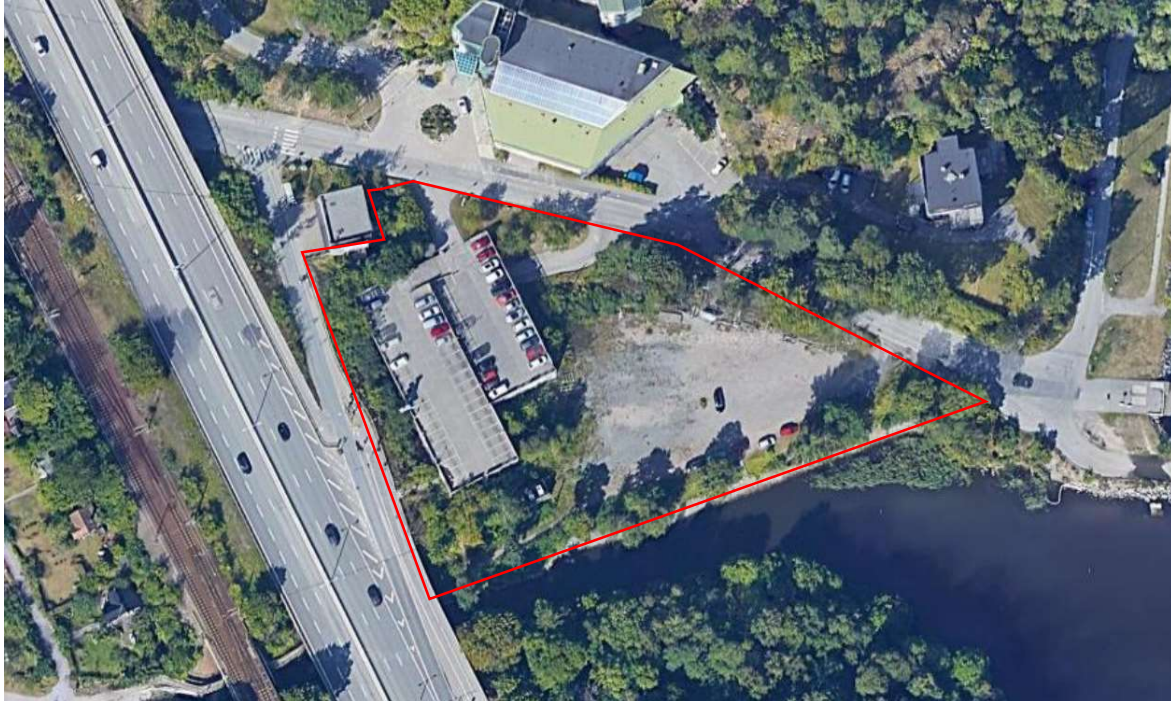
GEOSIGMA		SYSTEM FÖR KVALITETSLEDNING		
Uppdragsledare Evgenia Kassiou	Uppdragsnr 605919	Grän nr 20047	Version 1.0	Antal sidor 16
Beställare Stena Fastigheter AB	Beställares referens Elin Cederholm			Antal bilagor 0
Rapporttitel Tekniskt PM – Geoteknik Kv. Triangeln m.fl. i Solna stad				
Författad av Evgenia Kassiou Diyar Amin (revH)		Datum 2020-02-14 2021-06-09		
Granskad av Diyar Amin		Datum 2020-02-14		
GEOSIGMA AB www.geosigma.se geosigma@geosigma.se Bankgiro: 5331 - 7020 PlusGiro: 417 14 72 - 6 Org.nr: 556412 - 7735	Uppsala Postadress Box 894, 751 08 Uppsala Besöksadress S:t Persgatan 6, Uppsala Tel: 010-482 88 00	Teknik & Innovation Seminariegratan 33 752 28 Uppsala Tel: 010-482 88 00	Göteborg Stora Badhusgatan 18-20 411 21 Göteborg Tel: 010-482 88 00	Stockholm Sankt Eriksgatan 113 113 43 Stockholm Tel: 010-482 88 00

Innehåll

1	Objekt.....	3
2	Ändamål.....	3
3	Underlag	3
4	Styrande dokument	3
5	Geoteknisk kategori.....	4
6	Planerad konstruktion.....	4
7	Markförhållanden.....	6
7.1	Befintlig markanvändning och topografi.....	6
7.2	Geotekniska förhållanden.....	6
7.3	Hydrogeologiska förhållanden	7
8	Dimensionerande parametrar	8
9	Stabilitet	9
9.1	Promenadstråk.....	9
9.2	Befintlig slänt mot Bockholmsvägen	10
9.3	Befintlig slänt mot Roslagsvägen.....	11
9.4	Parkeringshus	12
9.5	Övergripande	14
10	Sättningar.....	15
11	Grundläggning.....	15
12	Översvämning	15
13	Schaktning	16
14	Slutsatser & Rekommendationer	17

1 Objekt

Geosigma AB har på uppdrag av Stena Fastigheter AB genomfört en geoteknisk undersökning för detaljplan kv. Triangeln m.fl. i Solna stad och omkringliggande yta (Figur 1).



Figur 1. Översiktsbild hämtad från Eniro (2020), aktuellt område markerad med röda linjer.

2 Ändamål

Syftet med undersökningen var att fördjupa den tidigare utredningen inför byggandet av fyra nya byggnader.

Undersökningen inriktades på att redovisa:

- Kompletterad beskrivning av områdets geotekniska och geohydrologiska förhållanden med hänsyn även till blötare och varmare klimat
- Stabilitetsrisken i området
- Lämplighet av området för markanvändning
- Slutsatser, rekommendationer och förslag på grundläggning av planerad byggnation med hänsyn till översvämningsrisk

3 Underlag

- Markteknisk undersökningsrapport, MUR gräp 20046, daterad 2020-04-27.

4 Styrande dokument

- TK Geo 13, Trafikverkets tekniska krav för geokonstruktioner
- AMA Anläggning 17
- Plattgrundläggningshandboken

5 Geoteknisk kategori

Byggnation bedöms genomföras för en geoteknisk kategori GK2.

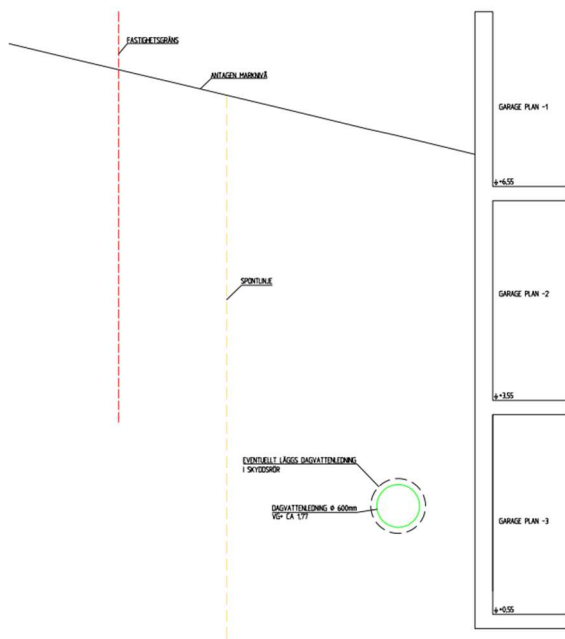
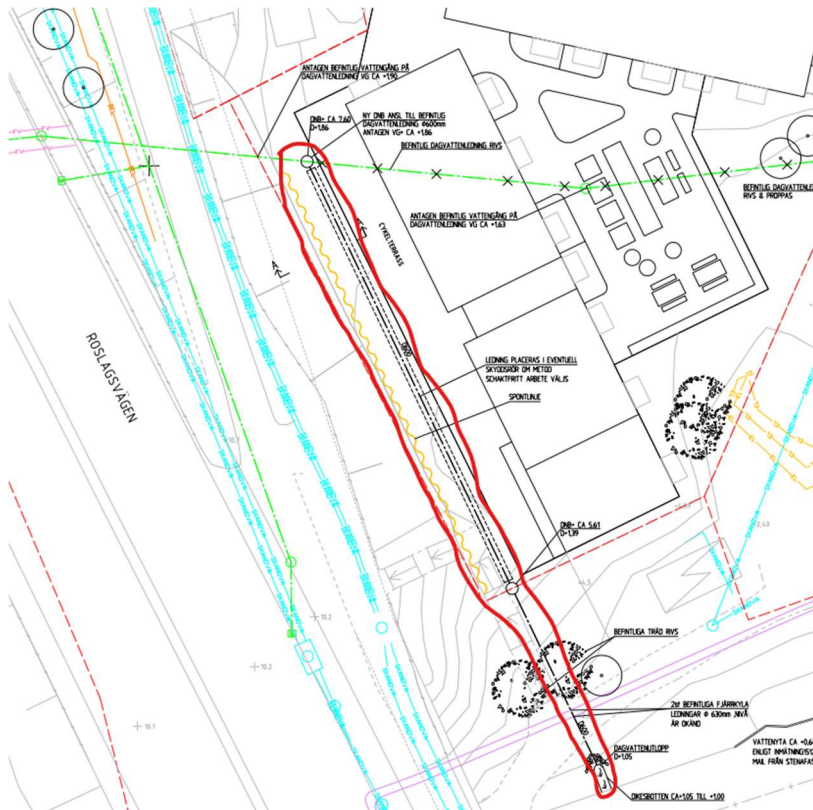
6 Planerad konstruktion

Inom området planeras fyra huskroppar och terrassytor enligt situationsplan, Figur 2.



Figur 2. Planerad detaljplan.

Till detta tillkommer en planerad dagvattenledning. I dagsläget planeras ledningen på västra sidan om planerade byggnader enligt figur nedan. Ledningen förläggs då antingen med schaktfri metod eller inom spont. Utredning för utformning, placering och metod för installation av dagvattenledning är ej klar och utreds vidare i projekteringskedet. Två alternativ som utreds är en placering av dagvattenledningen utanför det utredda området samt att ledningen slopas.



Figur 3. Planerad dagvattenledning i plan (inom rött område) och sektion.

7 Markförhållanden

7.1 Befintlig markanvändning och topografi

Området avgränsas i norr och öst av Bockholmsvägen, i väst av Roslagsvägen som går på bro över Ålkistan och i söder av Ålkistan, se figur 1.

Området består i dag av ett parkeringshus i västra delen av fastigheten, resterande del av fastigheten används som en båtklubb. Längs med Ålkistan finns ett promenadstråk.

7.2 Geotekniska förhållanden

Beskrivningen baseras på höjdsystem RH2000.

Markytan där bebyggelse planeras är kuperad. Marknivån varierar mellan ca +2,5 och +10 och stiger mot nordväst.

Jordlagerföljden i området varierar från markytan med följande:

- 1-2,5 meter fyllning
- 0-2 meter lera
- 0,5-3 meter friktionsjord ovanför berg

Bergnivåerna varierar mellan -2 och +4,6 och stiger i nordvästlig riktning.

Den största lermäktigheten har påträffats i punkt 20GS03 (ca 2m) som ligger mitt i befintligt och planerat promenadstråket. Leran överlagras av 2–3 meter fyllnadsmassor.

7.3 Hydrogeologiska förhållanden

I undersökningsområdet tillkommer fyra grundvattenrör från tidigare undersökning av Geosigma AB i undersökningspunkter 15GS01, 15GS02, 15GS03 samt 15GS04. För läge i plan se ritning 160G1101.

Grundvattenytan hittades endast i ett av grundvattenrören (15GS01G). Sten och block som har noterats inom undersökningsområde förhindrade att grundvattenrören kunde installeras djupare. Det kan konstateras att grundvattennivåerna ligger djupare än 2,65 respektive 2,87 meter under markytan i punkterna 15GS02 och 15GS03 och djupare än 4,60 meter under markytan i punkten 15GS04.

Samtliga rör utom 15GS01G var torra och 15GS01G påvisar en grundvattenyta i samma nivå som vattenståndet i Ålkistan. Grundvattennivån i rör 15GS01G bedöms därför vara representativ för grundvattennivån inom området.

Tabell 7–1 Grundvattenobservationer i installerade grundvattenrör (RH2000)

Grundvattenrör	Markytans nivå (+ z m)	Avläsningsdatum	Djup till grundvattenyta (meter från rök)	Grundvattennivå (+ z m)
15GS01G	+2,59	2015-12-11	2,95	+0,64
		2015-12-23	3,08	+0,51
		2016-01-21	3,44	+0,15
		2020-01-09	3,22	+0,37
15GS02G	+7,27	2015-12-11	-	TORR
		2015-12-23	-	TORR
		2016-01-21	-	TORR
		2020-01-09	-	TORR
15GS03G	+5,42	2015-12-11	-	TORR
		2015-12-23	-	TORR
		2016-01-21	-	TORR
		2020-01-09	-	TORR
15GS04G	+9,59	2015-12-11	-	TORR
		2015-12-23	-	TORR
		2016-01-21	-	TORR
		2020-01-09	-	TORR

8 Dimensionerande parametrar

För parametrar för dimensionering av geokonstruktioner och schakt, se Tabell 8-1.

Viktsonderingar i närheten, punkterna 20GS03 samt 20GS05, påvisar en friktionsvinkel ca 27° mellan +/-0 och -1,5, ca 33° mellan -1,5 och -3,5 samt ca 40° mellan -3,5 och -4 vilket indikerar en låg till medelhög fasthet för friktionsjorden i området.

Lerans skjuvhållfasthet är empiriskt och konservativt bedömd.

Övriga värden baseras på tabell 5.2-1 och 5.2-3 i TK Geo 13.

Tabell 8–1 Parametrar för dimensionering

Jordlager	Djup [m]	Kar värde ϕ'_k [°]	Kar värde c_{uk} [kPa]	Tunghet γ [kN/m ³]
Fyllning	0-2	38	-	18/10
Lera	2-3	-	10	17/7*
Friktionsjord	3-5	33	-	18/10,5*

*Tunghet under grundvattenytan

9 Stabilitet

9.1 Promenadstråk

Marken inom området för promenadstråket består av fyllnadsmassor på ett lerlager som underlagras av friktionsjord på berg. Lermäktigheten är av mindre tjocklek, 0-2m, och marken inom området är relativt plan.

Stabiliteten inom området bedöms som god, inga geotekniska förstärkningsåtgärder bedöms erfordras.

Lermäktigheten inom promenadstråket bedöms som störst vid östra delen av området och ingen byggnation eller markförändring planeras inom de delarna av området.

I anslutning till planerad byggnation består marken främst av friktionsjordar på berg och lermäktigheten mot Ålkistan understiger 0,5 m. Vidare mot Ålkistan syns berghällar på respektive sida om Ålkistan.

Dagvattenledning planerar att korsa området för promenadstråket mellan bron för Roslagsvägen och befintlig byggnad. Vid ungefärlig placering av utlopp för dagvattenledning syns berg-i-dagen hållar vilket indikerar att bergschakt kan erfordras för denna sträcka.



Figur 4 Promenadstråket och Ålkistan

9.2 Befintlig slänt mot Bockholmsvägen

Marken inom området består av fyllnadsmassor på berg och stabiliteten inom området för befintlig situation kan beskrivas som god.

För nybyggnation erfordras spont under byggskedet mot Bockholmsvägen till följd av det korta avståndet till befintlig väg. Med hänsyn till grundläggningsnivån och det korta avståndet blir släntlutningarna, utan intrång på Bockholmsvägen, för branta och spont erfordras.



Figur 5. *Befintlig slänt längs Bockholmsvägen*

I slutligt skede kan uppfyllnad eller stödmurar erfordras mellan planerad nybyggnation och Bockholmsvägen för att hantera släntlutningar.

9.3 Befintlig slänt mot Roslagsvägen

Marken inom området består av fyllnadsmassor på berg och stabiliteten inom området för befintlig situation kan beskrivas som god.

Om den planerade dagvattenledningen läggs med konventionell schakt bedöms avståndet mellan Roslagsvägen och planerad nybyggnation bli för trångt, särskilt m.h.t. slänt norr om befintliga trappor. Spont erfordras då i byggskedet mellan dagvattenledningsschakt och Roslagsvägen för att hantera trånga utrymmen. I slutligt skede erfordras stödmur mellan Roslagsvägen och planerat dagvattenstråk för att underhåll på och framtida byte av ledning ska kunna utföras.



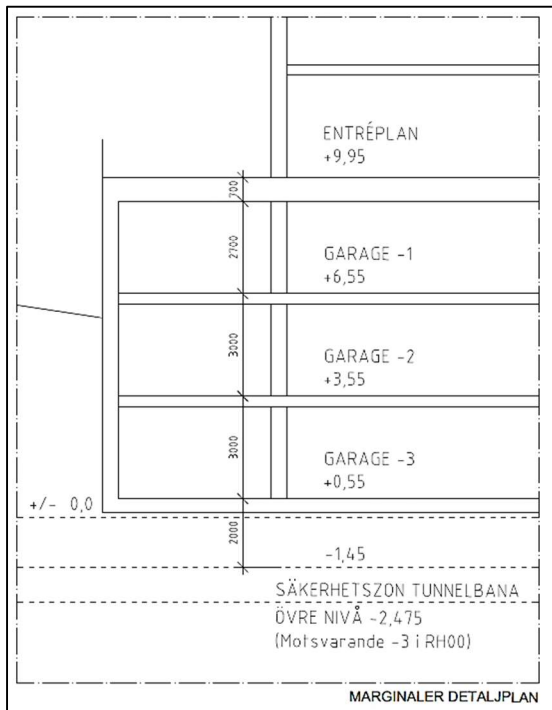
Figur 6. *Befintlig slänt mellan Roslagsvägen och parkeringshuset.*

Om dagvattenledning läggs med schaktfri metod och ej kräver underhåll, dvs ingen schakt erfordras för dagvattenledning, bedöms avstånd till Roslagsvägen bli tillräckligt för att spont ej ska erfordras då planerad byggnad ligger ca 5 m in från befintlig byggnad.

9.4 Parkeringshus

Stabilitetsberäkningar baseras på underlag erhållet från beställare.

Alla stabilitetsberäkningar baseras på marginalsiffror som visas i Figur 9 med en schaktbottennivå -1,45 (RH2000).



Figur 7. Sektion med schaktdjup på -1,45 (RH2000).

Enligt kartunderlag från SGU, SGI och MSB ligger området inom aktsamhetsområde för skred och ras. Stabilitetsberäkningar har gjorts för att bedöma risken för ras och skred. De geotekniska sonderingarna som utförts i området påvisar friktionsjordar med endast mindre inslag av lera under de översta 5 meters djup.

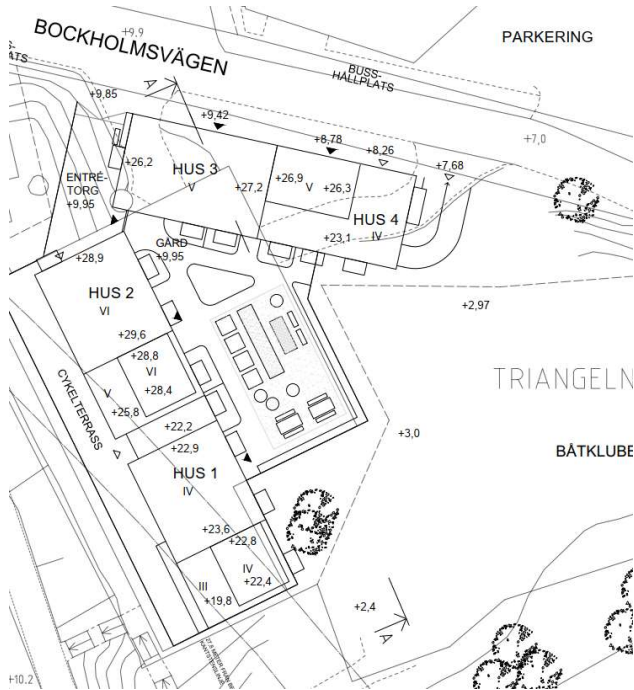
Vid färdig konstruktion finns ingen bedömd problematik med ras och skred. Detta baseras på att grundläggning utförs på packad sprängbotten till följd av att schaktdjup ligger på nivå -1,45 (RH2000). Eventuella lerlager kommer att skiftas ur till följd av grundläggningsdjupet.

Stabilitetsberäkningar har gjorts i byggskedet för schaktning inför grundläggning av konstruktionen, se Figur 8.

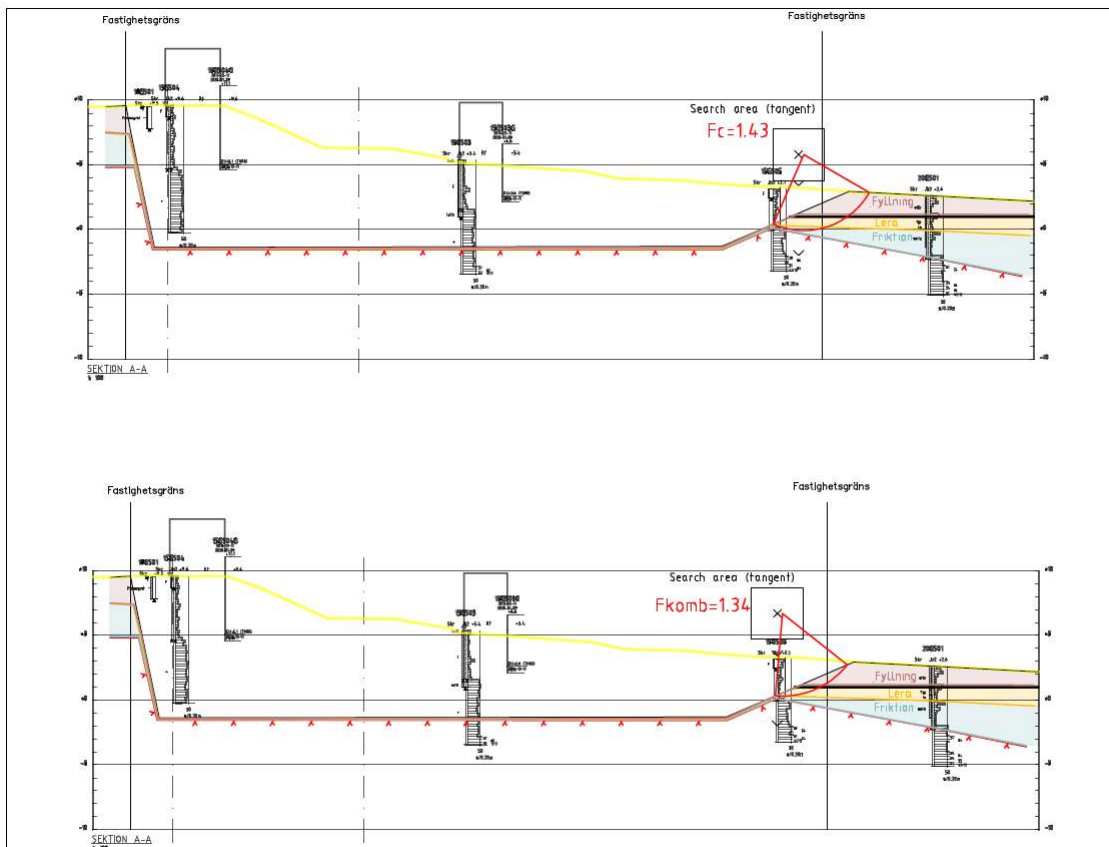
För beräkningar ansätts att:

- skjuvhållfastheten av leran uppskattas till 10 kPa
- friktionsvinkel för fyllning är 34°
- friktionsvinkel för friktionsjord är 27°
- inre friktionsvinkel för lera ansätts till $\phi = 25^\circ$
- för dränerad skjuvhållfasthet nyttjas $c'_k = 0,1 * c_{u,k}$
- släntlutning 1:2 där leran förekommer under fyllningen
- schaktbotten ligger på nivå -1,45 (RH2000)

För läge av stabilitetssektion i plan se Figur 5.



Figur 8. Läge av sektionen för stabilitetsberäkningar.



Figur 9. Sektion med stabilitetsberäkningar.

Säkerhetsfaktorn blir $F_c = 1,43$ och $F_{komb} = 1,34$. Detta indikerar en risk för ras och skred kan uppstå vid schaktning. Spont rekommenderas mot den södra fastighetsgränsen för att undvika stabilitetsproblem och förhindra glidytor under byggskedet.

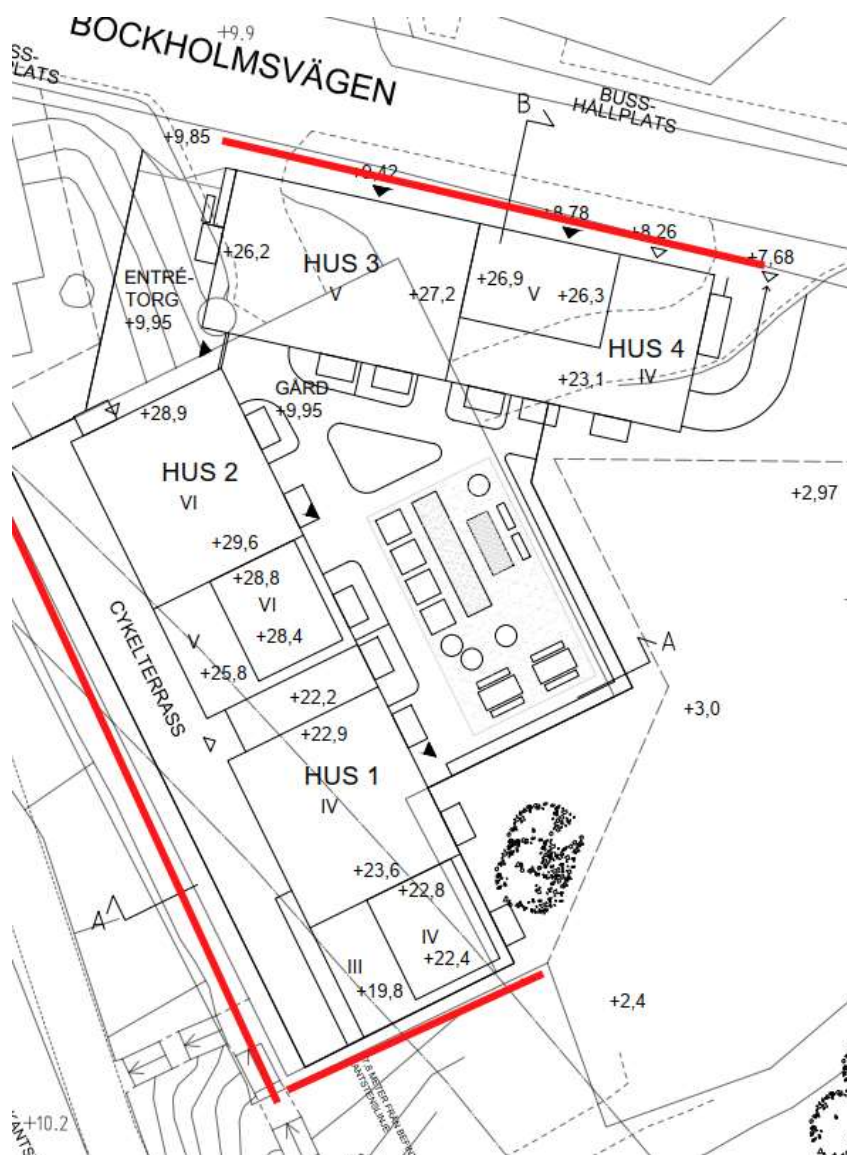
9.5 Övergripande

Stabiliteten inom området bedöms generellt som god.

Med hänsyn till planerad bebyggelse och slänter krävs dock spont mot Bockholmsvägen och mot Ålkistan. Spontlägen har valts för att undvika påverkan utanför fastighetsgräns. Mot Roslagsvägen krävs eventuellt spont m.h.t. utformning av dagvattenledningen.

Mot Bockholmsvägen erfordras i slutligt skede en stödmur eller uppfyllnad mellan Bockholmsvägen och planerad bebyggelse. Mot Roslagsvägen erfordras eventuellt i slutligt skede en stödmur mellan planerad dagvattenledning och Roslagsvägen, beroende på vald lösning för dagvattenledning.

Se Figur 10 för föreslagna lägen på sponter.



Figur 10. Ungefärligt läge av rekommenderade spont med röda linjer

10 Sättningar

Ingen fördjupad sättningsutredning har gjorts.

Marken bedöms generellt ej som särskilt sättningsbenägen.

11 Grundläggning

Alla rekommendationer baseras på höjdsystem RH2000.

Alla byggnaderna med trevåningsgarage under entrénivån planeras grundläggas på nivå +/-0 med en marginal för schaktbotten på -1,45 enligt Figur 3.

Hus 2, 3 och 4 kommer att grundläggas på packad sprängbotten och bergsprängning blir aktuellt.

Hus 1 troligtvis kommer att grundläggas delvis på packad sprängbotten och delvis på packad friktionsjord.

Grundläggning kommer utföras under grundvattenyta. Detta innebär att grundläggning ska utföras vattentätt och för att tåla grundvattentryck.

Grundläggning konstrueras på sådant sätt att den tål vattentryck till en nivå av +2,70, enligt Länsstyrelsens rekommendationer. Detta utreds vidare av konstruktör i projekteringskedje.

Vid vibrationsalstrande arbete krävs att en riskanalys för omgivningspåverkan på befintlig tunnelbanan tas fram.

12 Översvämning

Inga geotekniska risker för byggnation bedöms uppstå vid översvämning.

Eftersom grundläggningen kommer att utföras på packad sprängbotten och eventuellt packad friktionsjord bedöms inte området påverkas av ett framtida blötare och varmare klimat.

Grundvattenmätningar skall utföras kontinuerligt månadsvis under ett års tid för att bedöma variationer i grundvattennivåer.

Grundvattennivå skall kontrolleras vid byggnation för att förhindra skador vid schaktning.

13 Schaktning

All schaktning ska utföras i enlighet med Anläggnings AMA 17 kap CBB samt Arbetsmiljöverkets handbok "Schakta säkert".

Släntlutning anpassas efter lokala förhållanden såsom jordlagerföljd och belastning intill schakt. Schakt kan utföras med en släntlutning i 1:1,5 ner till 5 m djup under befintlig markyta där fyllning finns ovanför friktionsjord samt en släntlutning i 1:2 ner till 2 m djup under befintlig markyta där fyllning finns ovanför leran.

Släntkrön ska ej belastas. Schaktslänter skall skyddas mot erosion.

För djupare schakter, schakt i lös lera eller under grundvattennivå krävs samråd med geotekniskt sakkunnig.

Schaktning erfordras troligen under grundvattenytan under byggskedet. Länshållning av schaktgrop ska förberedas för att hantera exempelvis regnvatten och grundvatten vid schaktning.

Bergschakt kommer att erfordras för nya byggnader samt för planerad dagvattenledning.

En riskanalys för vibrationsalstrande arbeten och ett kontrollprogram ska tas fram för sprängning m.h.t. befintlig tunnelbana, omkringliggande byggnader samt Roslagsvägen.

Frilagd bergyta ska karteras av sakkunnig geolog och bergtekniker som bedömer eventuellt behov av förstärkningsåtgärder vid frilagd bergöveryta i slänt.

14 Slutsatser & Rekommendationer

- Hus 2, 3 och 4 kommer att grundläggas på packad sprängdbotten.
- Hus 1 bedöms kunna grundläggas delvis på packad sprängdbotten och delvis på packad friktionsjord.
- Den övergripande stabiliteten inom området bedöms som god.
- Bergsprängning blir aktuellt. En riskanalys för vibrationsalstrande arbeten och ett kontrollprogram ska tas fram för sprängning m.h.t. befintlig tunnelbana, omkringliggande byggnader samt Roslagsvägen.
- Grundläggning kommer att utföras under grundvattenyta.
- Grundläggning konstrueras på sådant sätt att den tål vattentryck till en nivå av +2,70 (RH2000), enligt Länsstyrelsens rekommendationer. Detta hanteras i projekteringsskede.
- Inget grundvatten påträffades där bebyggelse planeras. Grundvattennivå antas till ca +0,5 (RH2000) öst om området där marknivåer är låga.
- Grundvattenmätningar skall utföras kontinuerlig månadsvis under ett års tid för att bedöma variationer i grundvattennivåer.
- Vid färdig konstruktion erfordras eventuellt stödmur mot Roslagsvägen respektive Bockholmsvägen, Bockholmsvägen kan även hanteras med uppfyllnad av massor. Stödmur mot Roslagsvägen beror på utformning av dagvattenledning. Stödmurslösning projekteras i projekteringsskede.
- Lokala stabilitetsproblem kan uppstå vid schaktning.
- Spont rekommenderas i närheten till fastighetsgräns mot Bockholmsvägen och Ålkistan. Spont erfordras för att undvika båda lokala stabilitetsproblem vid byggskede mot den södra fastighetsgränsen och Bockholmsvägen vid schaktning m.h.t. utrymme. Spontlägen har valts även för att undvika påverkan utanför fastighetsgräns. Stödmurslösning projekteras i projekteringsskede.
- Området bedöms inte påverkas av ett eventuellt framtida blötare och varmare klimat. Översvämning bedöms inte vara en risk.
- Länshållning av schaktgrop ska förberedas för att hantera exempelvis regnvatten och grundvatten vid schaktning.
- Vid vibrationsalstrande arbete krävs att en riskanalys för omgivningspåverkan på befintlig tunnelbanan tas fram.
- Schaktbotten och slänter skall besiktas av geotekniskt sakkunnig.
- Alla arbeten skall bedrivas med sådan försiktighet att eventuella ledningar och kablar samt närliggande byggnader och anläggningar inte skadas. Riskanalys för vibrationsalstrande arbete, ex. packning skall tas fram.