

PM GEOTEKNIK

Handläggare
Mikael Johansson
Tel
+46 70 387 91 41

Datum
2021-09-22

E-post
Mikael.johansson@treeline.se
Företag
Treeline Consulting AB
Kund
Upplands-Bro kommun

Kockbacka gärde (Norra) - Bro

PM Geoteknik



Handläggare

Mikael Johansson

Innehållsförteckning

1	Bakgrund	3
2	Område.....	3
3	Syfte.....	3
4	Underlag	3
5	Projekteringsförutsättningar för geotekniska åtgärder	3
6	Geotekniska förhållanden	3
6.1	Åkermark	3
6.2	GC-bro.....	3
6.3	Valda värden på jordparametrar.....	4
7	Hydrogeologiska förhållanden	5
8	Markradon	5
9	Sättning	6
9.1	Jordparametrar	6
9.2	Resultat från sättningsberäkningar	7
10	Stabilitet	7
10.1	Stabilitet med generella värden för 1,5 m djup schakt	7
10.2	Stabilitet med låga värden.....	8
11	Bergschakt	9
12	Rekommendationer för grundläggning.....	10
12.1	Byggnader.....	10
12.2	Vägar och parkeringsytor	10
12.3	Schakt	10
12.4	Grundvatten och dagvatten	10
12.5	GC-bro.....	10
13	Påverkan vid ett förändrat klimat	11
13.1	Geotekniska förutsättningar och sättningar.....	11
13.2	Ras- och skredrisk.....	11
14	Rekommendationer för ytterligare geotekniska undersökningar.....	11

1 Bakgrund

På uppdrag av Upplands-Bro kommun har Treeline Consulting AB utfört översiktliga geotekniska undersökningar i Bro som underlag för exploatering av skola och idrottshall samt en ny GC-bro över en järnväg.

2 Område

Området som undersökts är ca 6 ha, 400m x 150m. Undersökningspunkterna täcker in hela området men med ganska stort avstånd mellan punkterna. Bedömningen är ändå att det ger en bra översiktlig bild av de geotekniska förhållandena.

3 Syfte

Syftet med denna PM är att:

- Sammanställa, tolka och analysera resultat från geotekniska undersökningar inom området för grundläggning.
- Ge översiktliga rekommendationer för grundläggning och för fortsatta undersökningar.
- Beskriva eventuell påverkan av framtida klimatförändringar

4 Underlag

Underlag som underlag i denna PM är:

- Markteknisk undersökningsrapport (MUR) daterad 2021-09-22 med tillhörande ritningar och bilagor

Övrigt underlag som placering och storlek av byggnader och övrig infrastruktur saknas.

5 Projekteringsförutsättningar för geotekniska åtgärder

Säkerhetsklass 2 och GK2 gäller.

6 Geotekniska förhållanden

6.1 Åkermark

Åkermarken öster om järnvägen består i princip av samma jordlagerföljd. Överst ett tunt lager av mulljord och sedan ca 1 till 1,5 m torrskorpelera ovanpå lera. Under leran förekommer friktionsjord på berg. Det som varierar är lerans mäktighet och djup till berg.

Längst i öster ca 20 m från Enköpingsvägen (sektion A-A, ritning G-01.2-001) är lermäktigheten mellan 2-5 m och sedan ökar lermäktigheten i västlig riktning.

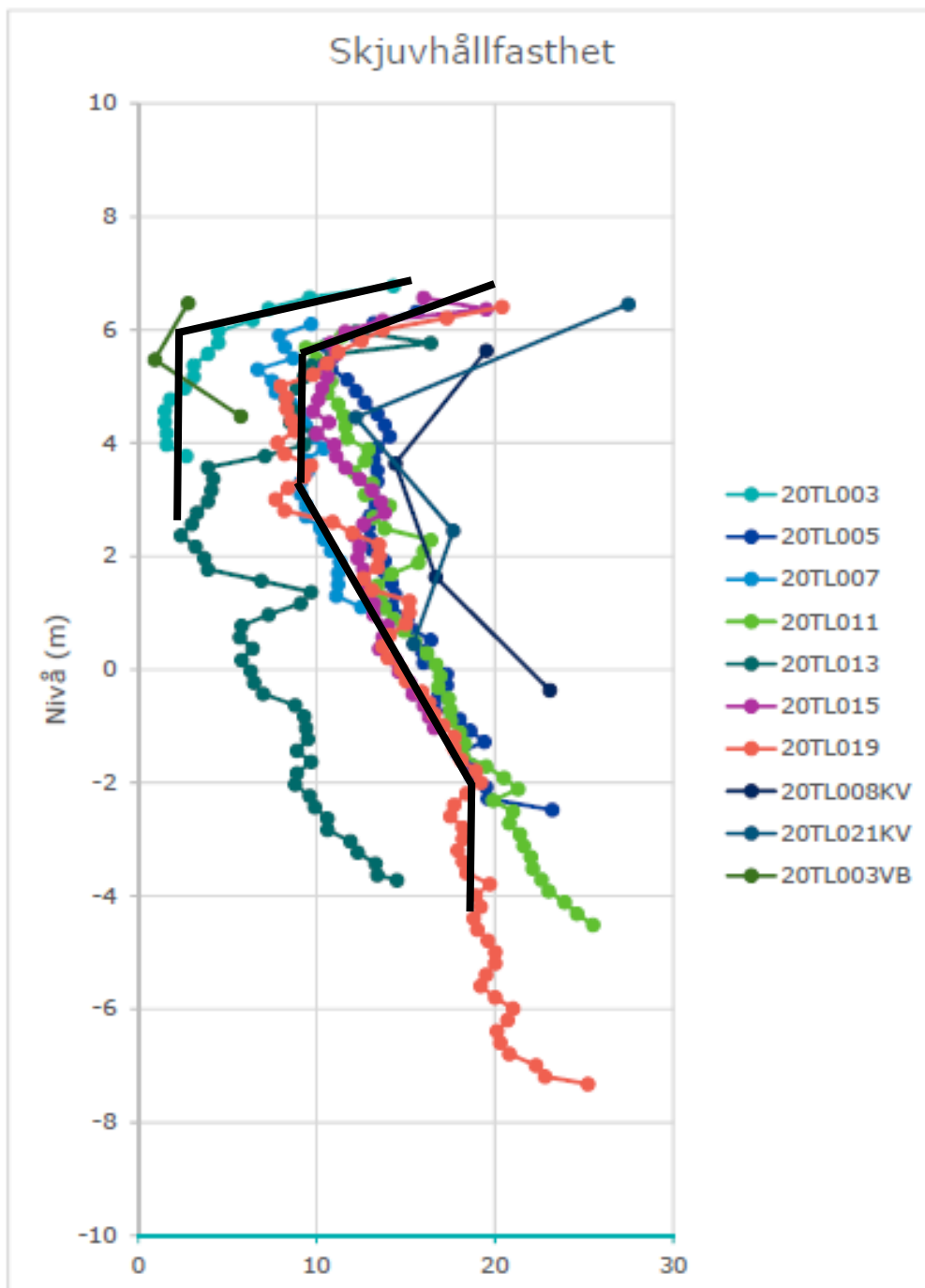
Som mest har ca 12-15 m lerdjup påträffats och djupaste bergnivån ca 18 m under markytan. Närmast järnvägen börjar bergnivån stiga igen och lermäktigheten minskar.

6.2 GC-bro

På östra sidan om järnvägen (sektion L-L, ritning G-01.2-008) förekommer ca 5-15 m lera och bergnivåerna ligger på ca 10-18 m under markytan. På västra sidan ligger bergytan på en högre nivå, ca 2-5 m under markytan (sektion K-K, ritning G-01.2-007). Lermäktigheten är ca 2-3 m. Längre väster förekommer berg i dagen.

6.3 Valda värden på jordparametrar

Valda värden för skjuvhållfasthet på leran visas nedan. Det finns 2 punkter som avviker med mycket låga skjuvhållfastheter, punkt 20TL003 och 20A013. Därför har ett generellt värde valt för hela området men även ett lägre valt värde för lokala avvikelser. Valda värden visas med svarta streck i figuren nedan.

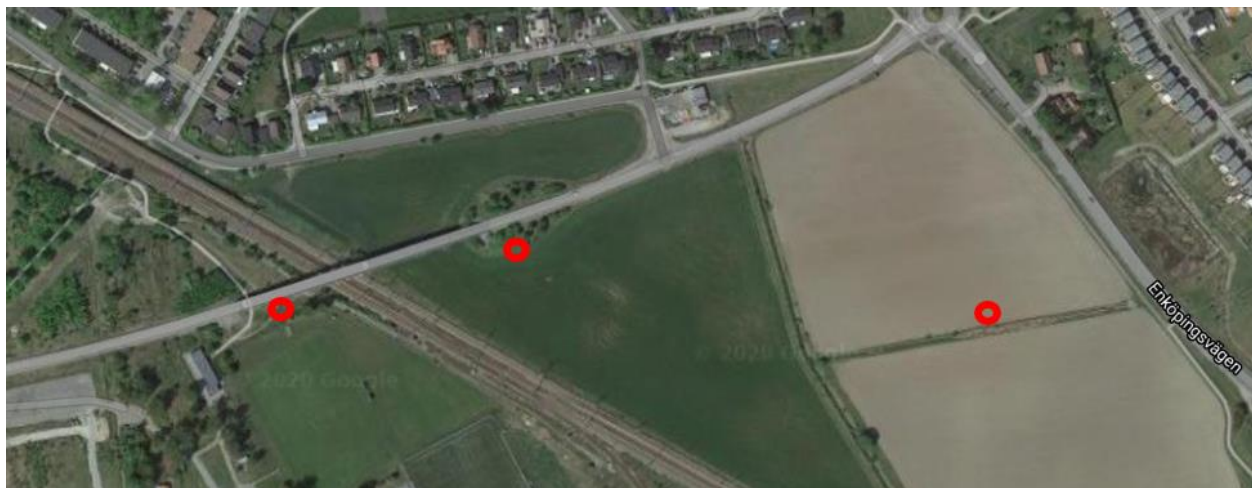


Figur 6.1 – Svarta streck i figuren visar valda värden, $C_{u, valt}$

7 Hydrogeologiska förhållanden

Tre stycken grundvattenrör har installerats i samband med undersökningarna G20TL008, G20TL018 och G20TL024. På gården öster om järnvägen ligger grundvattennivåerna ca 0,4 – 0,8 m under markytan och grundvattenytan på västra sidan av järnvägen ligger ca 1,6 – 1,8 m under markytan. Grundvattennivån verkar ha en gradient från +8,8 i väster till +6,8 i öster.

Grundvattenrörens placering framgår av geotekniska ritningar med visas översiktligt i figuren nedan.



Figur 7.1 – Placering av grundvattenrör.

8 Markradon

Mätningar av markradon är inte utförda och normalt är inte detta ett problem när det finns ett mäktigt lerlager som är tätande ovanpå berget och friktionsjorden. Dock kan det finnas delar av området i öster som har ett tunnare lerlager och ligger nära områden med fast mark. Viss översiktlig data går att hämta från SGU.

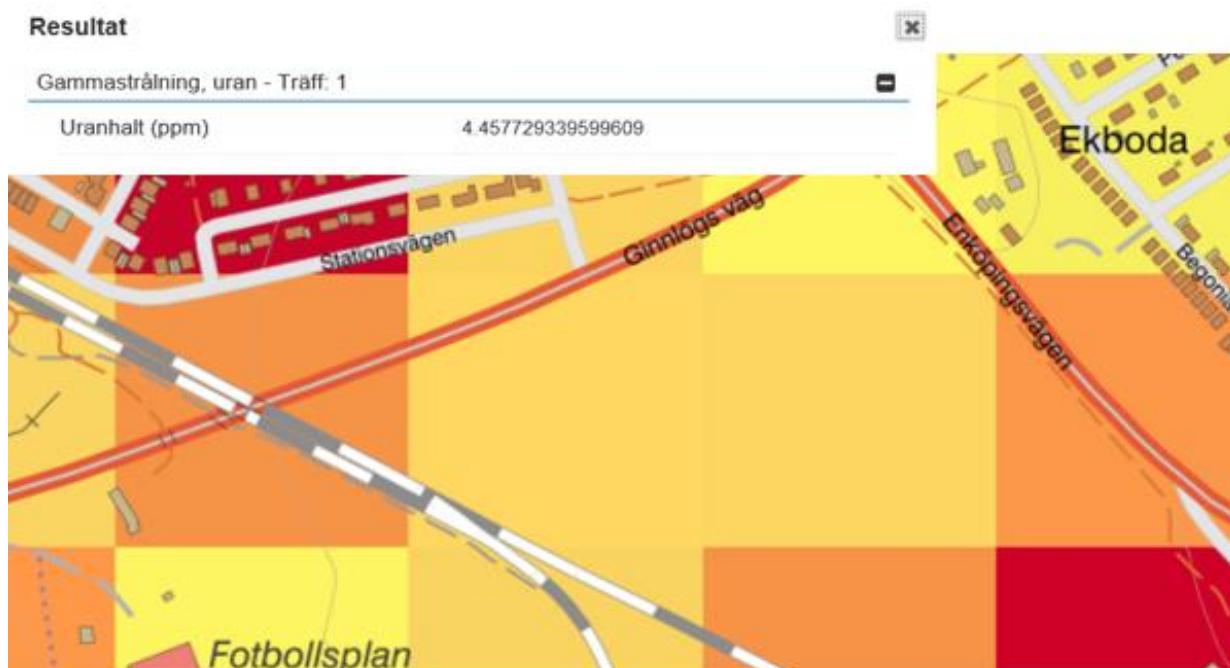
Den på platsen underliggande jordens urankoncentration har uppmätts av SGU's nationella geokemiska undersökningar och uppskattas innehålla ca 4,5 ppm uran, se figur nedan. Bergets uppskattade radiumhalt (^{226}Ra) samt radonkoncentration kan utrönas ur detta då 1 ppm uran = 12,3 Bq/kg ^{226}Ra .

Den uppskattade radiumhalten på 55 Bq/kg ligger på gränsen mellan *låggradonmark* och *normalradonmark* vid anläggning ovan friktionsjord (se tabell nedan).

Tabell 8.1. Klassificering radon.

Halt radium-226 (Bq/kg)	Klassificering/risk	Byggnadskonstruktion
< 60 (Berg) < 25 (Sprängsten)	Låggradonmark	Inga ytterligare åtgärder
60-200 (Berg) 25-125 (Sprängsten)	Normalradonmark	Konstruktionen skall vara <i>radonskyddande</i>
> 200 (Berg) > 125 (Sprängsten)	Högradonmark	Konstruktionen skall vara <i>radonsäker</i>

Detta bör utredas vidare om markradon anses vara ett problem för det som skall anläggas men tills vidare rekommenderas att konstruktionen utförs radonskyddad.



Figur 8.1 SGUs gammastrålningskarta med uppskattad uranhalt

9 Sättning

9.1 Jordparametrar

Leran är överlag normalkonsoliderad från 4m djup ner till 10m med ett OCR på ca 1,0. Men på några nivåer ligger OCR strax under 1,0 och är därmed sättningskänslig.

Beräkningar har utförts i de två punkter där CRS-försök har utförts. Parametrar från utvärderat CRS-försök i punkt 20TL008 med en lermäktighet om 8 meter och med materialparametrar enligt tabell 9.1 nedan. Grundvattennivån har antagits till 1,0 meter under befintlig markyta.

Tabell 9.1. Parametrar 20TL008.

Nivå	Material	γ	σ'_c	σ'_L	M_0	M_L	M'	C_v
[m under markytan]		[t/m ³]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[m/s ²]
0 – 1,0	Let	1,7	1000	1000	1000	100000	100000	1,0E-8
1,0 – 3,0	Lera	1,70	51	131	4900	1232	12,9	9,8E-8
3,0 – 5,0	Lera	1,58	52	74	3600	292	13,2	4,5E-8
5,0 – 7,0	Lera	1,69	48	74	4200	322	16,4	5,7E-8
7,0 – 9,0	Lera	1,73	55	73	5800	546	17,1	7,4E-9

Parametrar från utvärderat CRS-försök i punkt 20TL021 med en lermäktighet om 10 meter och med materialparametrar enligt tabell 9.2 nedan. Grundvattennivån har antagits till 0,8 meter under befintlig markyta.

Tabell 9.2. Parametrar 20TL021.

Nivå	Material	γ	σ'_c	σ'_L	M_0	M_L	M'	C_v
[m under markytan]		[t/m ³]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[m/s ²]
0 – 1,0	Let	1,7	1000	1000	1000	100000	100000	1,0E-8
1,0 – 3,0	Lera	1,51	68	142	6750	950	9,9	8,0E-8
3,0 – 5,0	Lera	1,61	27	43	3000	204	13,9	3,2E-8
5,0 – 7,0	Lera	1,87	46	70	4400	574	17,7	1,2E-7
7,0 – 11,0	Lera	1,67	65	96	3800	369	16,5	7,5E-9

9.2 Resultat från sättningsberäkningar

Beräkningarna har utförts med en tilläggslast på 10 kPa, 20 kPa och 50 kPa och sättningar efter 5 år, 10 år och 50 år redovisas i tabellen nedan.

Tabell 9.3. Resultat från beräkningar.

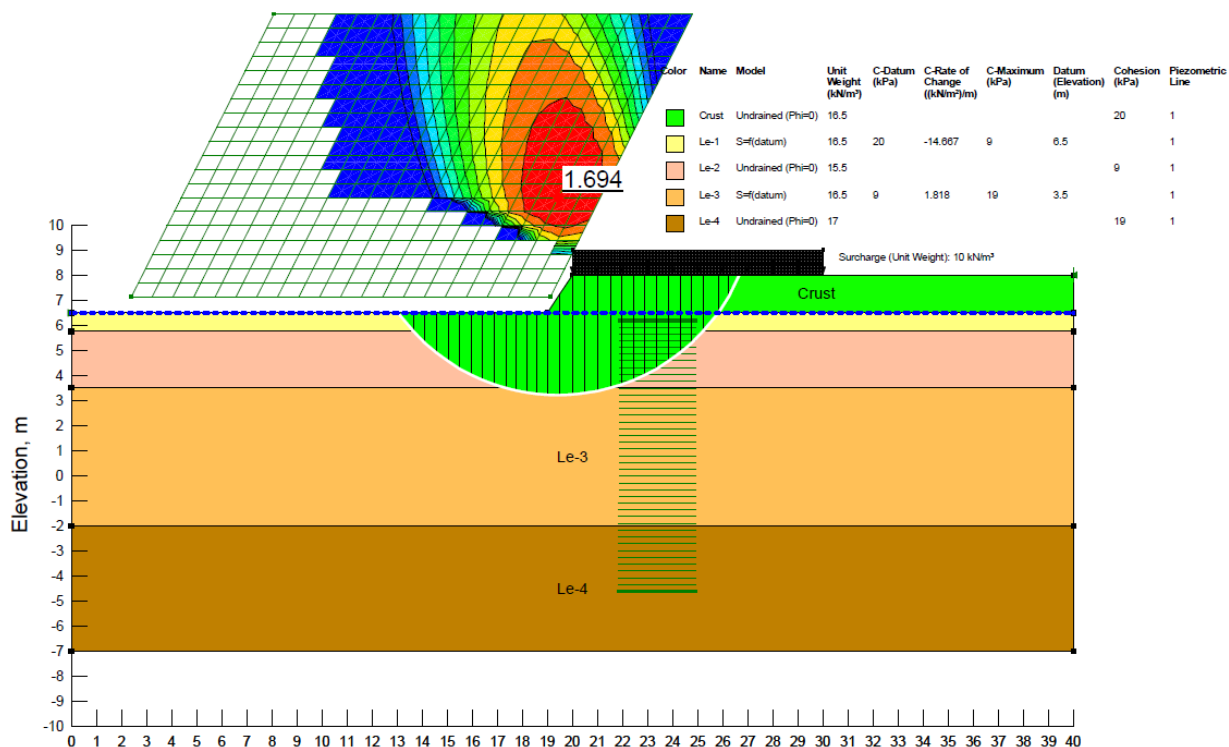
Tillskottslast	Sättning antal år (20TL008)			Sättning antal år (20TL021)		
	5 år	10 år	50 år	5 år	10 år	50 år
10 kPa	5 cm	7 cm	13 cm	6 cm	9 cm	16 cm
20 kPa	9 cm	12 cm	23 cm	11 cm	16 cm	29 cm
50 kPa	22 cm	31 cm	57 cm	23 cm	33 cm	58 cm

10 Stabilitet

En översiktlig kontroll av stabilitet i samband med schakt är utförd. Beräkningar har dels utförts med de generella värdena och dels med de låga värdena i punkt 20TL003 och 20TL013. Skjuvhållfastheten för torrskorpeleran har satts till 20 kPa och en last på 10 kPa har påförts vid markytan. Kravet är att säkerhetsfaktorn ska vara minst 1,5.

10.1 Stabilitet med generella värden för 1,5 m djup schakt

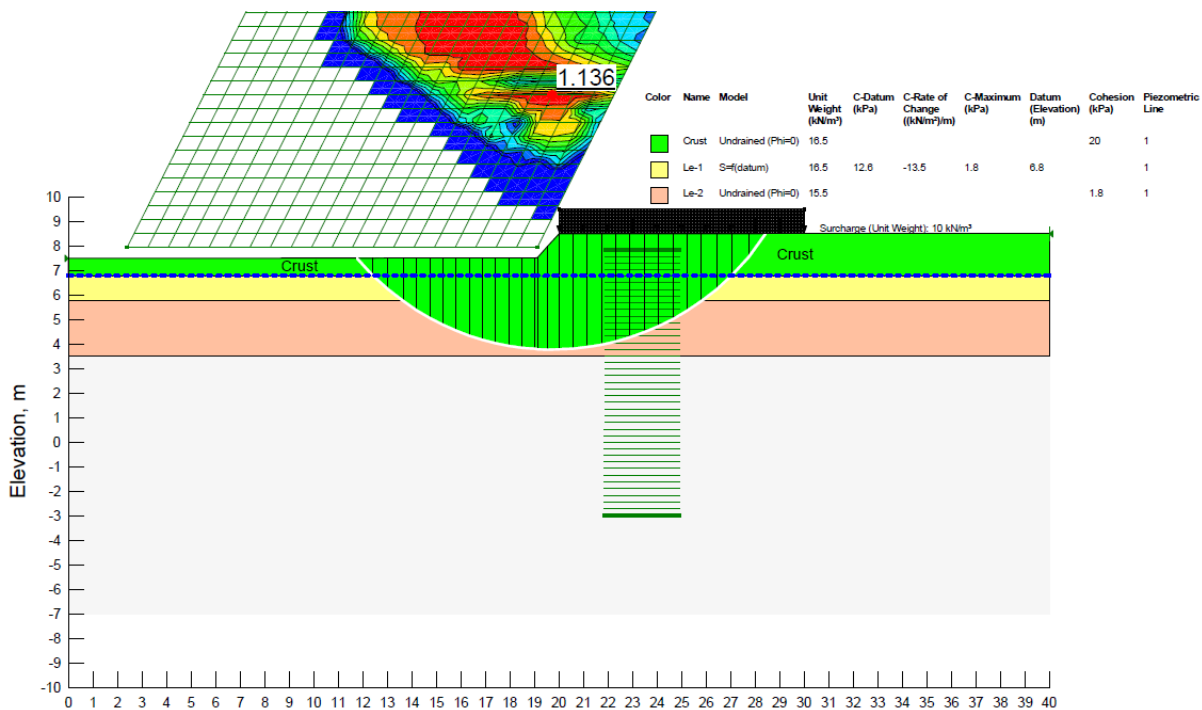
Beräkningar visar att schakt ner till 1,5m under markytan kan genomföras utan att det föreligger risk för stabilitetsbrott, då är schaktbotten fortfarande i den fastare leran. Schaktslanten är satt till 1:1 och lasten på krönet till 10 kPa. Beräkning visar på en säkerhetsfaktor på ca 1.7, se figur nedan.



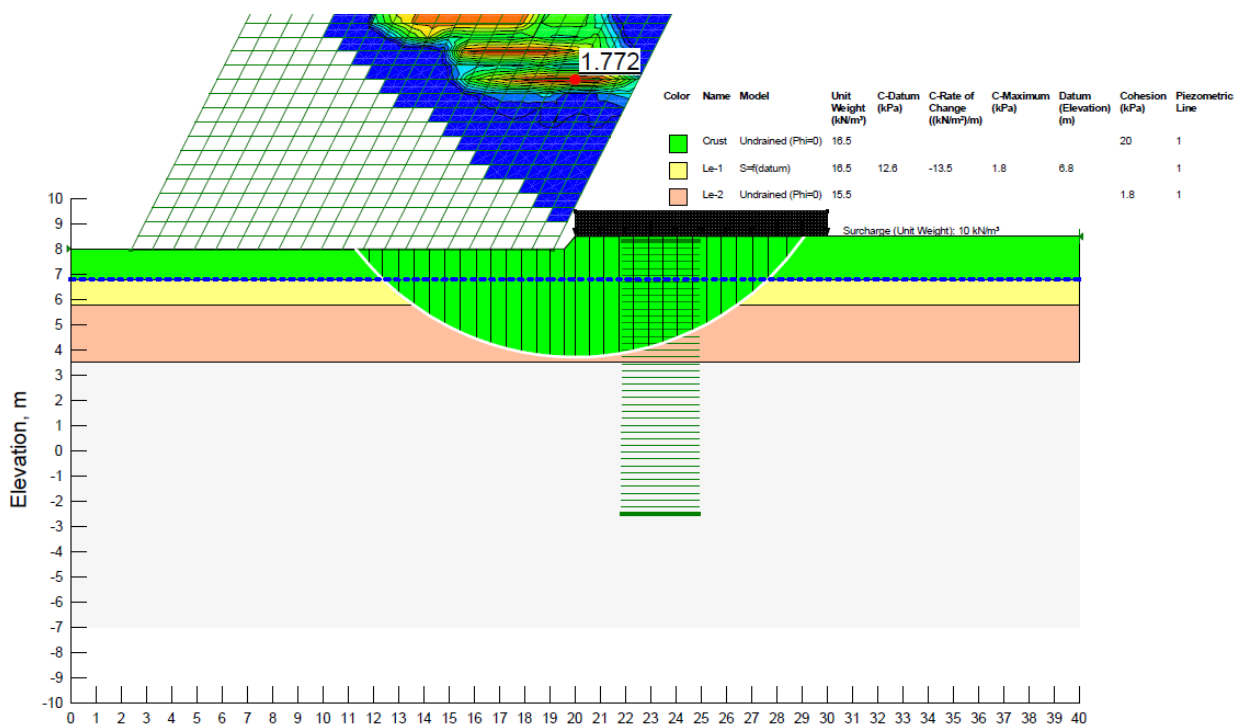
Figur 10.1 Stabilitet vid 1,5m djup schakt

10.2 Stabilitet med låga värden

Beräkningar visar att schakt ner till 0,5m under markytan kan genomföras utan att det föreligger risk för stabilitetsbrott, men inte med 1,0 m djup schakt. Schaktslätten är satt till 1:1 och lasten på krönet till 10 kPa. Beräkningar visar på en säkerhetsfaktor på ca 1,1 respektive ca 1,8, se figurer nedan.



Figur 10.2 Stabilitet vid 1,0 m djup schakt



Figur 10.3 Stabilitet vid 0,5m djup schakt

11 Bergschakt

Det enda område som har identifierats där bergschakt kan bli aktuellt är på västra sidan av järnvägen på södra sidan av Ginnlögs väg där en ny GC-väg planeras, se bilder nedan.



Bild 11.1-11.2 Berg i dagen på södra sidan av Ginnlögs väg.

12 Rekommendationer för grundläggning

12.1 Byggnader

Beräkningar visar att endast små tillskottslaster medför sättningar och det beror på att lerans förkonsolideringstryck är lågt under 4m från markytan. Det kommer också att vara svårt att genomföra någon form av lastkompensation som är tillräckligt omfattande för att kunna grundlägga byggnader.

Jordförstärkning skulle kunna vara möjlig för lättare konstruktioner men då krävs omfattande tillskott av krossmassor för att kunna belasta marken och ingen bergschakt blir aktuell inom området.

Utifrån den geotekniska information som hittills finns framtagen så rekommenderas det att eventuella byggnader pågrundläggas.

På det området som ligger närmast Enköpingsvägen är det grundare till berg och en pågrundläggning kommer att vara mest kostnadseffektiv inom det området.

I västlig riktning från Enköpingsvägen kommer all typ av grundläggning bli dyrare ju längre västerut man kommer.

12.2 Vägar och parkeringsytor

Vägar och parkeringsytor borde vara möjliga att utföra utan alltför stora sättningar. Med 0,5m uppfyllnad kommer marken sätta sig ca 5 cm efter 5 år och 15 cm efter 50 år. En mindre uppfyllnad ovanför befintlig markyta kommer det också vara möjligt att lastkompensera med lättfyllning.

Vid större uppfyllnader kommer nog jordförstärkning av leran att krävas.

12.3 Schakt

Den generella stabilitetsberäkningen för området visar att 1,5m schakt kan utföras med 10 kPa last på krönet utan stabilitetsproblem. Djupare schakter kan också vara möjligt men det måste utredas vidare. Däremot så förekommer lokala avvikelser med mycket sämre skjuvhållfasthet. Beräkningar i dessa punkter visar att endast små schakter ner till 0,5 m djup kan utföras utan stabilitetsbrott.

12.4 Grundvatten och dagvatten

Grundvattentrycket i friktionsjorden under leran visar på fallande grundvattennivåer i sydostlig och sydlig riktning och marken sluttar också svagt i den riktningen. Det bör vara lämpligt att framtida dagvattenhantering leds i den riktningen.

12.5 GC-bro

På östra sidan av järnvägen är lermäktigheten stor och det är djupt till berg. Fundamenten bör pågrundläggas på östra sidan. På västra sidan är undersökningarna troligen inte utförda där fundamenten ska placeras men lermäktigheten är endast 2-3 m och djupet till berg som mest ca 4-5m. Om grundläggningsnivån ska ligga på frostfritt djup blir eventuella pålar mycket korta. Det bör vara möjligt att skifta ur leran ner till berg och packa upp med sprängsten till grundläggningsnivån.

13 Påverkan vid ett förändrat klimat

Nedan analyseras några aspekter vad ett förändrat klimat kan medföra. Med ett förändrat klimat avses längre perioder utan nederbörd som medför låga grundvattennivåer, kraftigare och intensivare regn samt generellt extremare väder.

13.1 Geotekniska förutsättningar och sättningar

De geotekniska förutsättningarna påverkas av förändrade grundvattennivåer. Men kraftigare och intensivare regn bör tas hand om av projekteringen av hårdgjorda ytor och dagvattensystemet. Sänka grundvattenytan kan medföra sättningar på lång sikt. Området har stora lermäktigheter vilket innebär att det kommer att ta mycket lång tid innan ett förändrat grundvattentryck i friktionsjorden under leran medför sättningar. Det bedöms att risken är mycket liten att detta ska kunna ske.

13.2 Ras- och skredrisk

Stabilitetsberäkningar redovisas i kapitel 10 ovan och vilka schaktdjup som kan medföra ett skred. Ett förändrat klimat kommer inte att påverka dessa resultat. Om djupare schakter ska genomföras kan det bli aktuellt med stödkonstruktioner eller andra åtgärder men då projekteras dessa åtgärder med hänsyn till rådande jord- och vattenförhållanden. Däremot kan schakter i samband höga flöden eller kraftigt regn medföra stabilitetsbrott men detta hanteras också lokalt inom det område som schakten sker.

14 Rekommendationer för ytterligare geotekniska undersökningar

Alla undersökningar, mätningar och beräkningar som har utförts i projektet ligger på en översiktlig nivå och rekommendationerna är också preliminära utifrån den information som finns tillgänglig. Det rekommenderas att mätningar av grundvattennivåer fortsätter att utföras, kanske en gång i månaden men åtminstone några gånger närmaste året. Lerans sättningsegenskaper är endast framtagna i 2 punkter men området är mycket stort och det kan troligen variera något.

När en preliminär höjdsättning och placering av byggnader och övrigt infrastruktur finns framtagen bör fler ostörda provtagningar genomföras. Höjdsättningen kommer att bli mycket viktig om det ska vara möjligt att undvika jordförstärkningar eller andra geotekniska åtgärder. Om pålning blir aktuellt bör fler Jb-sonderingar utföras för att ta fram en mer detaljerad bergmodell. De bergnivåer som finns framtagna nu har mycket stort inbördes avstånd. För GC-bron bör fler undersökningar utföras när fundamentens lägen är fastställda.

Vissa lokala avvikelser med mycket låga skjuvhållfastheter har påträffats, dessa områden bör utredas närmare med ostörd provtagning. Leran i dessa områden kan t.ex vara störd från tidigare arbeten eller väldigt sensitiv och flytbenägen.