

PM Geoteknik

Göteborg stad

Kompletterande geoteknik vid Almquistgatan, 147:1 m.fl.

Datum: 2023-06-09

Uppdragsnummer 1320066620

Utgåva: 1.0

David Tran
Uppdragsledare

David Tran
Handläggare

Joakim Persson
Granskare

Innehållsförteckning

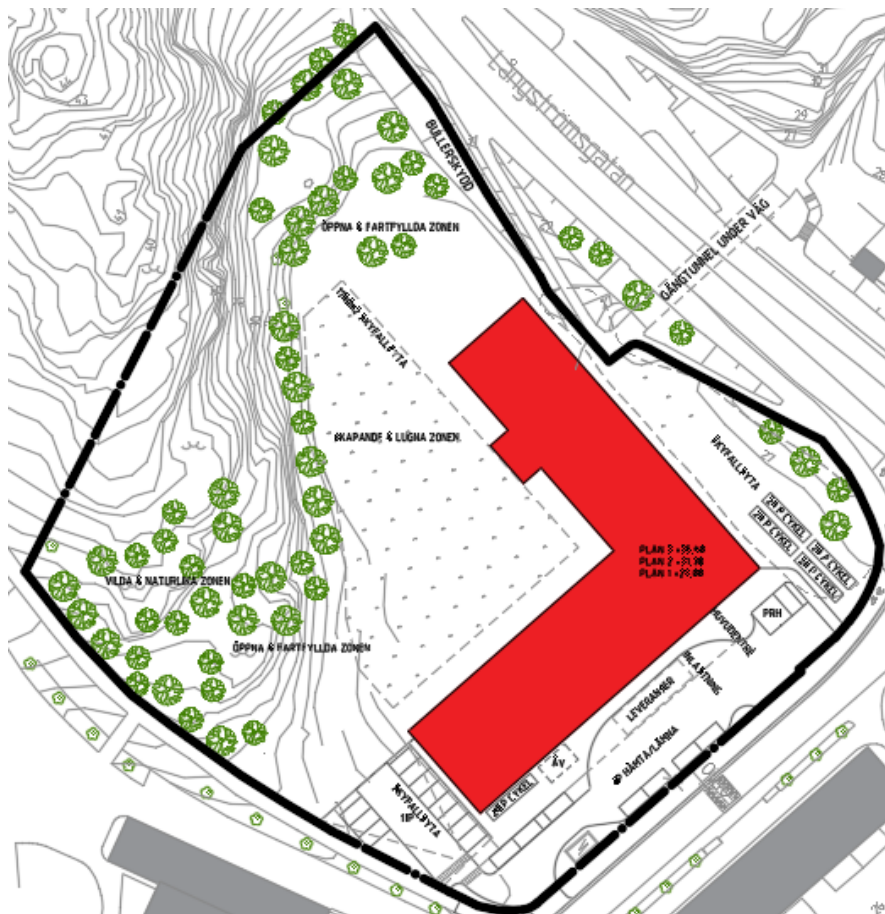
- 1. Uppdrag 1**
- 1.1 Syfte/begränsning 1
- 2. Styrande dokument 2**
- 3. Underlag 2**
- 4. Befintliga förhållanden 2**
- 5. Geotekniska förhållanden 2**
- 6. Grundvattenförhållanden 3**
- 7. Stabilitet 4**
- 7.1 Allmänt 4
- 7.2 Geometri 4
- 7.3 Beräkningssektioner 4
- 7.4 Beräkningsparametrar 5
- 7.4.1 Materialegenskaper 5
- 7.4.2 Hydrologiska förutsättningar 6
- 7.4.3 Laster 6
- 7.5 Resultat 6
- 8. Slutsats 7**
- 9. Hållbarhet 7**

Bilagor

Bilaga 1 Stabilitetsberäkningar

1. Uppdrag

På uppdrag av Göteborgs stad har Ramboll Sverige AB utfört geoteknisk undersökning vid Almquistgatan för komplettering av ett geotekniskt utlåtande inför detaljplan. I Figur 1 redovisas undersökningsområdet där en ny skola planeras att anläggas.



Figur 1. Bild på planerad anläggning med undersökningsområdet markerat med tjockt svart streck.

1.1 Syfte/begränsning

Syftet med detta PM är att beskriva de geotekniska förhållandena samt utreda stabilitetförhållanden inom området.

Detta är ett underlag för en förstudie och kan nyttjas som underlag för fortsatt projektering. Rapporten ska omarbetas vid detaljprojektering och innan byggstart. I samband med detaljprojektering av byggnaders och övriga ytors grundläggning kan kompletterande geotekniska undersökningar behöva utföras.

2. Styrande dokument

Styrande dokument för detta Projekterings-PM är:

- Utförande - SS-EN 1997-2 Marktekniska undersökningar
- IEG Rapport 4:2008 Rev 1 – Tillämpningsdokument, dokumenthantering
- IEG Rapport 4:2010 – Tillståndbedömning/klassificering av naturliga slänter och slänter med befintlig bebyggelse och anläggningar
- Jordens hållfasthet - Tillämpningsdokument SS-EN ISO 14688-1 och 14688-2:2004
- Jordens benämning - Tillämpningsdokument SS-EN ISO 14688-1 och 14688-2:2004
- SGI Varia 526 – Kwicklera – Bildning och egenskaper

3. Underlag

- Markteknisk undersökningsrapport *Almquist* daterad 2023-06-09, upprättad av Ramboll
- PM *Detaljplan för utbildningslokaler vid Almquistgatan* daterad 2019-10-01, Upprättad av Göteborgs stad Fastighetskontoret. FK Diarienummer: 2434/17
- Yttrande över samrådhandling, Detaljplan Kyrkbyn 147:1 med flera.

4. Befintliga förhållanden

Omkring Almquistgatan utgörs marken utav gräs- och hårdgjorda ytor. I väster utgörs markytan av berg i dagen och fastmark och sluttar ner mot den södra skolbyggnaden med en lutning på 1:9. Planområdets nordöstra sida avgränsas av Långströmsgatan som ligger på en bank. En GC-väg i tunnel korsar under Långströmsgatan. Markytan i norr utgörs av fyllning och sluttar mot söder med en lutning på 1:7.

5. Geotekniska förhållanden

De geotekniska undersökningarna påvisar ett jorddjup på minst 7m. Den översta lagret är 0,5 m och består av **mulljord eller fyllning** som underlagras huvudsakligen av **lera**. De översta 2 m av leran består av siltig torrskorpa. Tunna skikt av silt har påträffats i leran. Under leran finns fastjord på berg.

Lerans korrigerade och odränerade skjuvhållfasthet varierar mellan 10 och 70 kPa. För vald odränerad skjuvhållfasthet se Figur 3. Lerans naturliga vattenkvot ligger mellan 34% och 49%. Förhållandet mellan lerans vattenkvot och konflytgräns ligger omkring 1,05 vilket tyder på att leran inte är kvick enligt SGI Varia 526. Mäktighet uppemot 4 meter har påvisats.

Undersökningarna har avslutats i fast material, troligtvis friktionsjord på berg. Det fasta materialet har inte undersökts ytterligare. Inga säkra bergnivåer har påvisats.

Det går inte att utesluta att jordprofilen varierar mellan utförda undersökningspunkter.

6. Grundvattenförhållanden

Fri vattenyta har påvisats i samtliga skruvborrhål. Se Tabell 1 för uppmätta värden.

Tabell 1. Noterad vattenyta i borrhål

Undersökningspunkt	Nivå	Meter under my.	Datum
23R01	+26,2	5,1	2023-05-09
23R02	+24,4	2,1	2023-05-08
23R03	+24,8	2,8	2023-05-09
23R04	+23,2	3,5	2023-05-08
23R05	+25,6	1,6	2023-05-08

Från tidigare undersökningar finns ett grundvattenrör beläget på områdets sydöstra del, GW1746. Avläsningarna är gjorda under 1980- och 1990-talet. Filterspetsen ligger på +16,53. Resultaten har en stor spridning och anses vara osäkra.

Tabell 2. Tidigare mätningar på grundvatten

Undersökningspunkt	Nivå	Meter under my.	Datum
GW1764	+22,3	4,5	1986-03-26
GW1764	+17,1	9,8	1987-06-12

7. Grundläggning

Skolbyggnaden kan utföras på spetsbärande pålar ner till fast botten eller berg. Byggnaden ska kontrolleras för omgivningspåverkan avseende påslagning.

8. Stabilitet

8.1 Allmänt

Stabilitetsberäkningarna har utförts med totalsäkerhetsmetoden enligt IEG:s Rapport 4:2008. Stabilitetsberäkningarna har utförts för tillståndsbedömning för en detaljerad utredning.

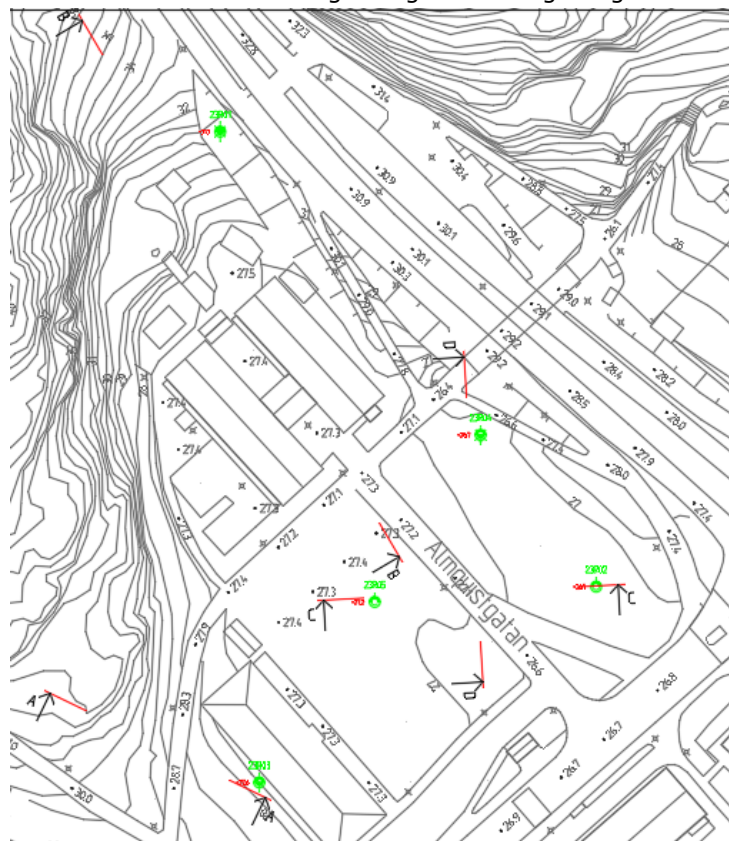
Säkerhetsklass är vald till SK2 och geoteknisk kategori till GK2. För stabilitetsberäkningar med kohesionsjord ska en odränerad analys överstiga $F_c > 1,7$ och en kombinerad analys överstiga $F_{kombi} > 1,5$.

8.2 Geometri

Befintliga marknivåer är hämtade från nivåkurvor hos grundkartan.

8.3 Beräkningssektioner

Stabilitetsberäkningarna har utförts för slänterna på sektion B och D. En översiktlig utredning har utförts för sektion A med $F = 4,5$. Stabiliteten för sektion A är god eftersom marken huvudsakligen utgörs av berg i dagen.

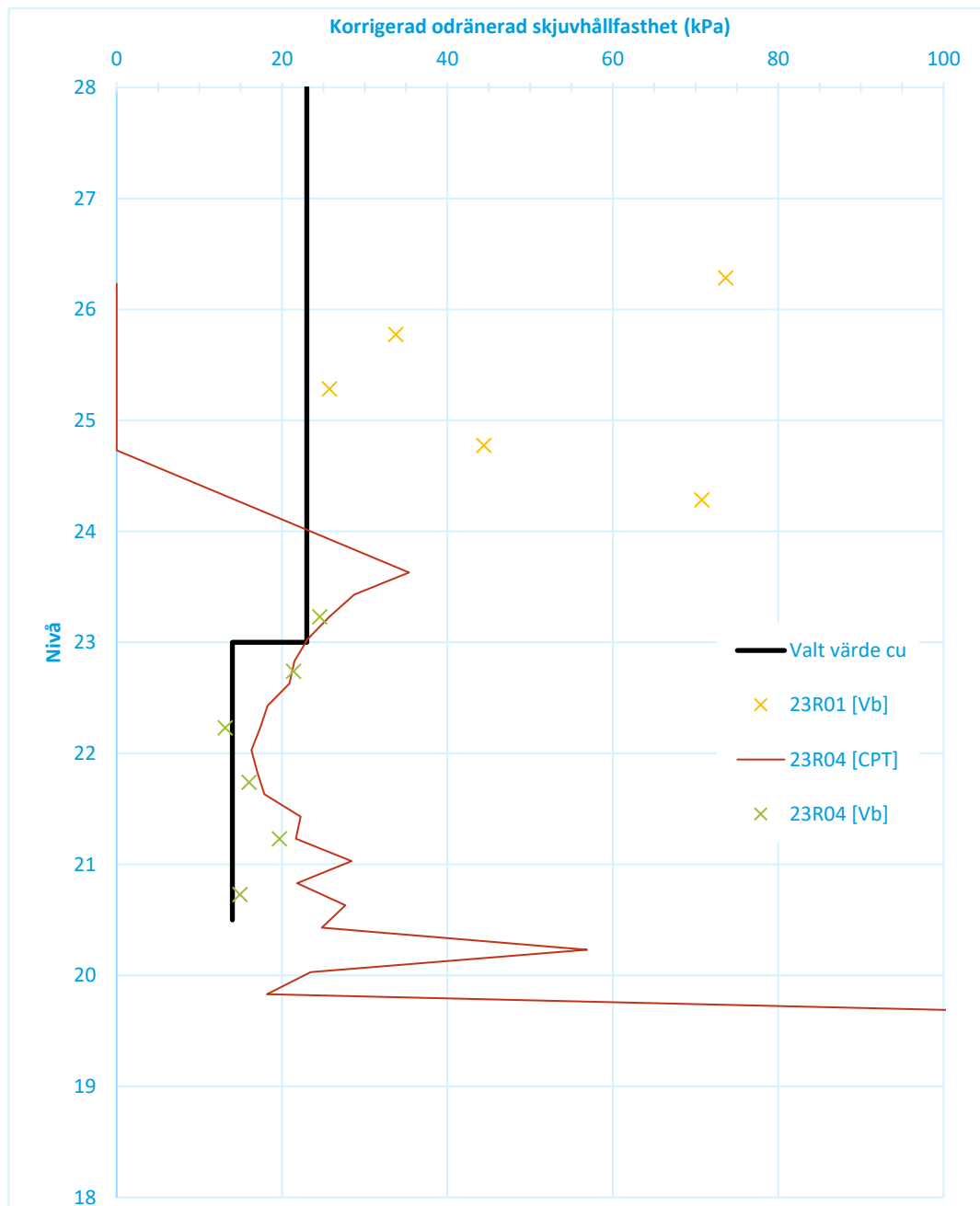


Figur 2. Planritning över borrpunkter och redovisade sektioner.

8.4 Beräkningsparametrar

8.4.1 Materialegenskaper

Den odränerade skjuvhållfastheten har valts till 23 kPa ovan +23 och 14 kPa under +23, se Figur 3. Skjuvhållfastheten är korrigerad med konflytgräns på 40%. För valt densitet och friktionsvinkel hos övriga jordarter har empiriska tabellvärden använts.



Figur 3. Korrigerad odränerad skjuvhållfasthet mot nivå.

Tabell 3. Valda värden

Jordart	Nivå [RH2000]	Tunghet över/under gvy γ/γ' [kN/m ³]	Frik- tions- vinkel ϕ [°]	E- modul [MPa]	Odränerad skjuvhållfast- het c_u [kPa]	Dränerad skjuvhållfasthet c_ϕ [kPa]
Fyllnadsmassor		20/13	30			
siSa/saMu		18/10	30			
siLet		17/17			25	2,5
siLe 1	28,8 till 30	17/7	30*		23	2,3
siLe 2	30 till 19	17/7	30*		14	1,4
Friktionsjord		19/9	30			

*Dränerad parameter

8.4.2 Hydrologiska förutsättningar

Vid beräkningar har grundvattenytan antagits i torrskorpeleran och följer topografin. Linjärt portryck har antagits.

8.4.3 Laster

Skolbyggnadens last har valt till 30 kPa dvs 10 kPa per våning. 10 kPa har lagts till för eventuella markjusteringar.

8.5 Resultat

Tabell 4. Resultat från stabilitetsberäkningar

	Säkerhetsfaktor
Sektion B Kombinerat/Dränerat analys	1,69
Sektion B Odränerat analys	1,72
Sektion D Kombinerat/Dränerat analys	1,69
Sektion D Odränerat analys	1,76

9. Slutsats

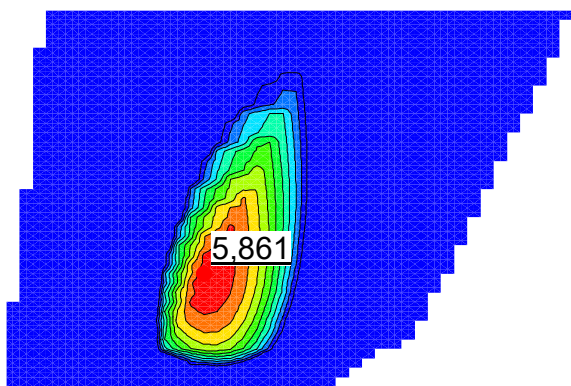
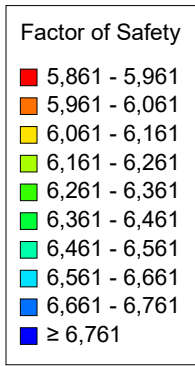
Stabilitetsförhållandena bedöms vara tillfredställande för befintliga förhållanden för planområdet eftersom större delen av området utgörs av berg i dagen. Vid GC-tunnel och slänt på områdets norra del är stabilitetsförhållanden tillfredsställande för 40 kPa belastning. Stabiliteten bedöms inte påverkas negativ av skyfallsytorna.

10. Hållbarhet

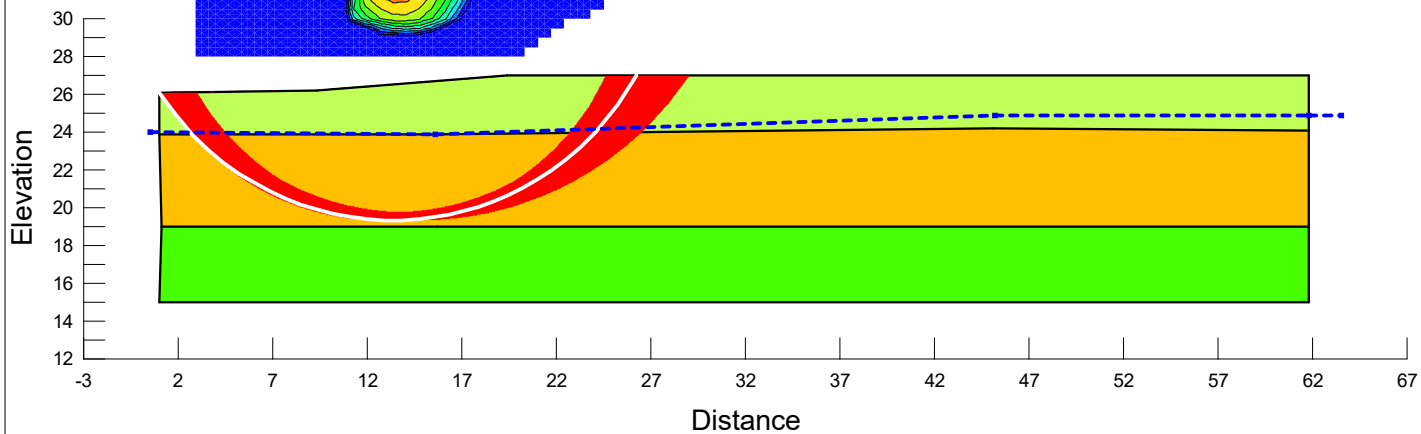
Hållbarhet är viktig aspekt för att kunna samhällsplanerna för framtiden. En viktig del av hållbarhet ur ett geotekniskt perspektiv är val av grundläggning, geotekniska förstärkningsåtgärder eller val av placering. För att kunna välja den mest optimala metoden för projektet är tidsaspekten viktig.

En annan viktig aspekt ur ett geotekniskt hållbarhetsperspektiv är placering av konstruktionen i både plan- och höjdded. Detta kan utredas i ett tidigt skede i samråd med en geotekniker efter en översiktlig geoteknisk utredning för att optimera konstruktionens placering.

Sektion: Sektion D
 Beräkning: Befinnliga förhållanden Kombi (D)
 Beställare: Göteborgs Stad
 Metod: Totalsäkerhetsmetoden
 PWP Conditions from: Piezometric Line
 Projektör: David Tran
 Geostudio vers: 10.2.1.19666
 Datum: 2023-06-12

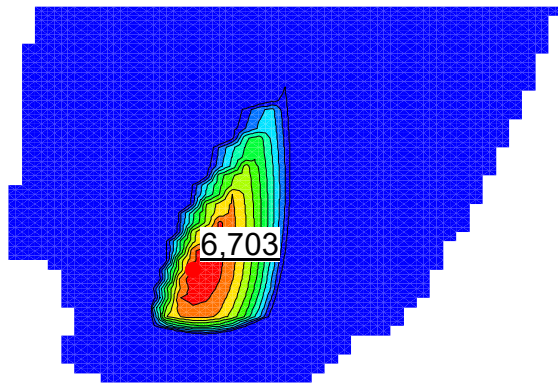
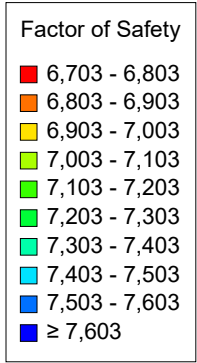


Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m ³)	Phi' (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m ³)	Piezometric Line
Light Green	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	19	30					0	1
Orange	siLe Kombi 2	Combined, S=f(depth)	17	30	1,4	0	14	0		1
Light Green	siLet Kombi	Combined, S=f(depth)	17	30	2,5	0	25	0		1

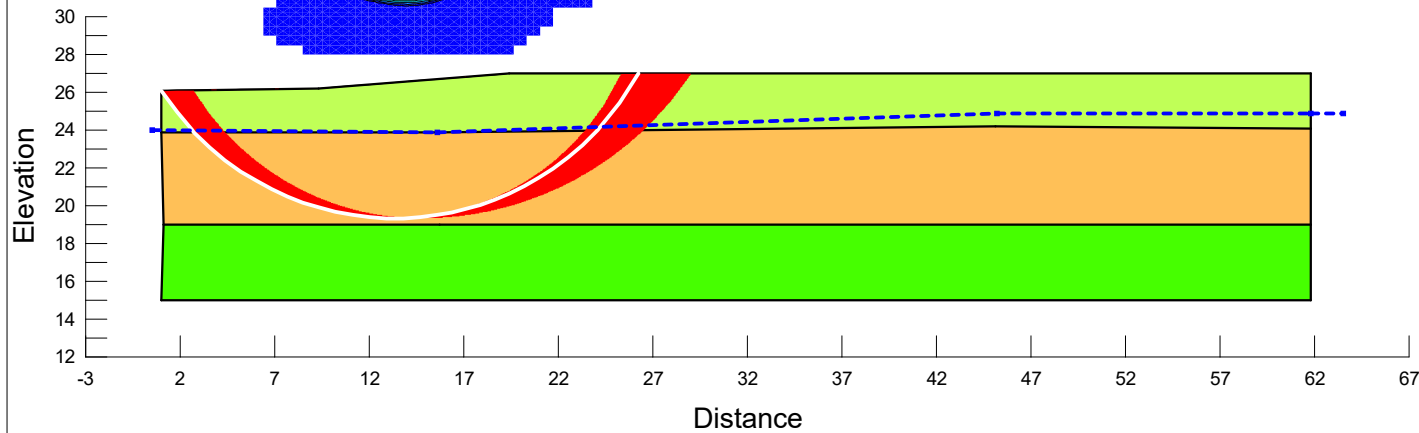


Skala: 1:400 (A4)

Sektion: Sektion D
 Beräkning: Befintliga förhållanden Odrän (D)
 Beställare: Göteborgs Stad
 Metod: Totalsäkerhetsmetoden
 PWP Conditions from: Piezometric Line
 Projektör: David Tran
 Geostudio vers: 10.2.1.19666
 Datum: 2023-06-12

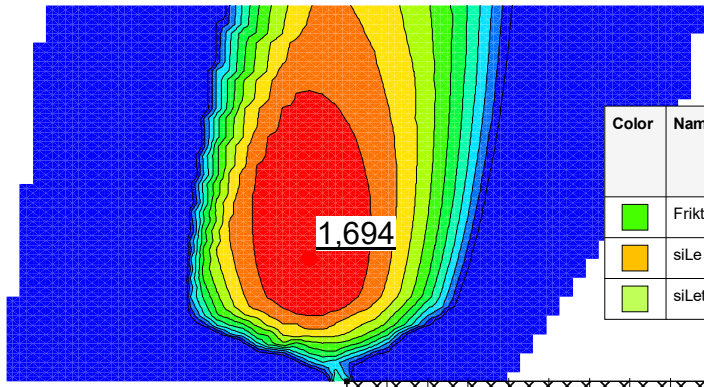
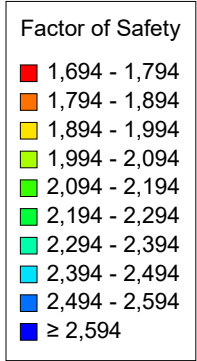


Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m ³)	Cohesion (kPa)	Phi' (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m ³)	Piezometric Line
Light Green	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	19		30	0	1
Orange	siLe Odrän 2	Undrained (Phi=0)	17	14			1
Light Green	siLet Odrän	Undrained (Phi=0)	17	25			1

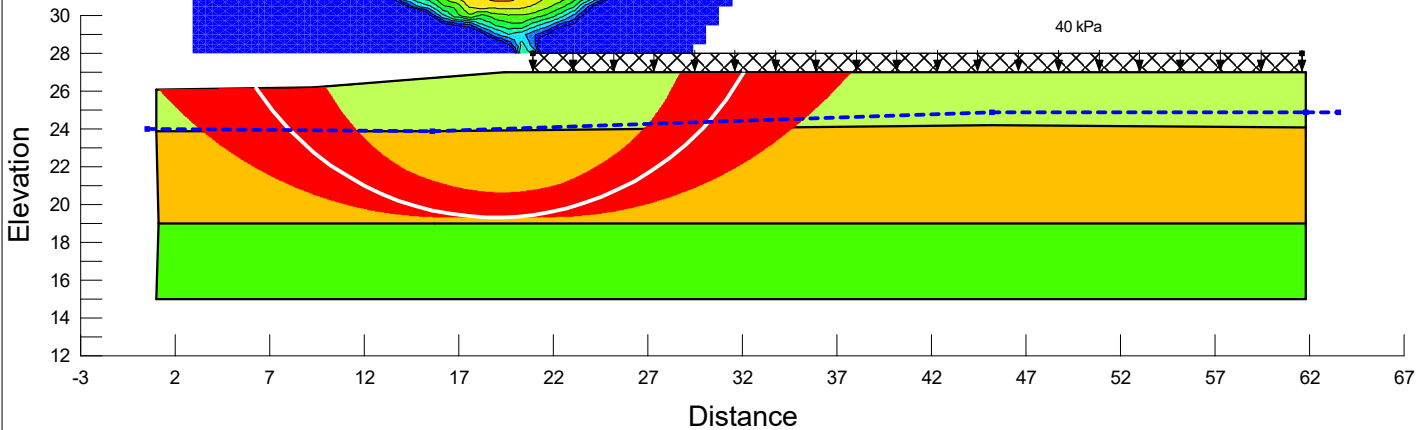


Skala: 1:400 (A4)

Sektion: Sektion D
 Beräkning: Plannerad byggnation Kombi (D)
 Beställare: Göteborgs Stad
 Metod: Totalsäkerhetsmetoden
 PWP Conditions from: Piezometric Line
 Projektör: David Tran
 Geostudio vers: 10.2.1.19666
 Datum: 2023-06-12

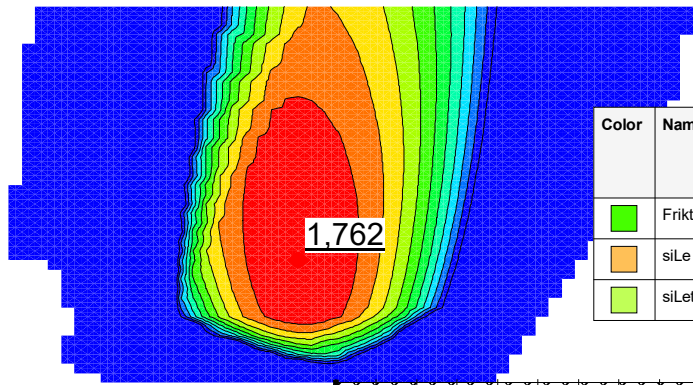
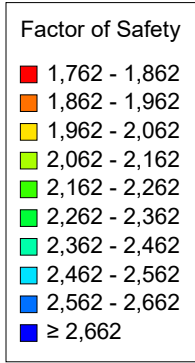


Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m ³)	Phi' (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m ³)	Piezometric Line
Green	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	19	30					0	1
Orange	siLe Kombi 2	Combined, S=f(depth)	17	30	1,4	0	14	0		1
Light Green	siLet Kombi	Combined, S=f(depth)	17	30	2,5	0	25	0		1

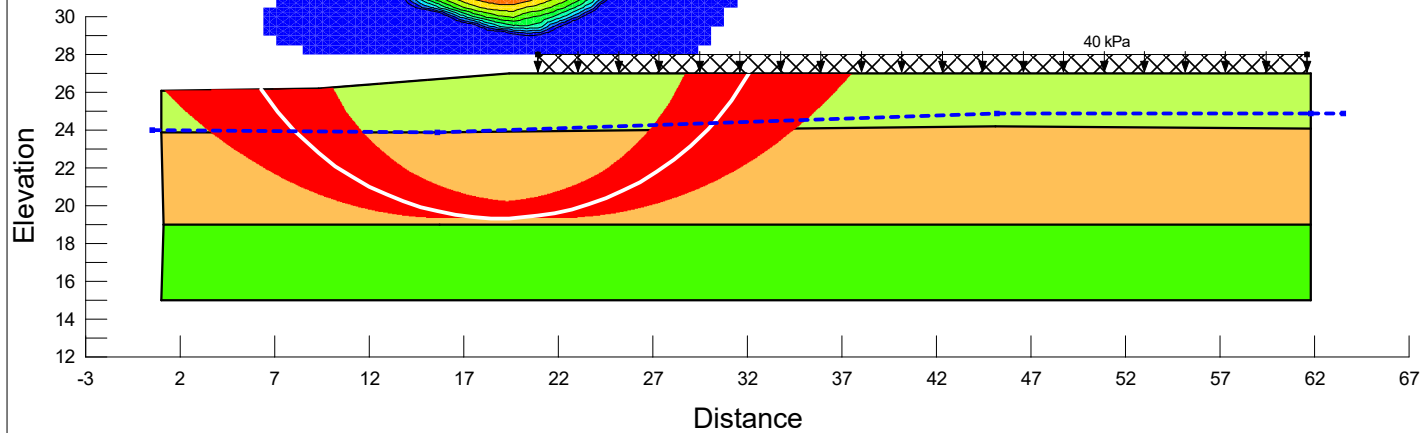


Skala: 1:400 (A4)

Sektion: Sektion D
 Beräkning: Plannerad byggnation Odrän (D)
 Beställare: Göteborgs Stad
 Metod: Totalsäkerhetsmetoden
 PWP Conditions from: Piezometric Line
 Projektör: David Tran
 Geostudio vers: 10.2.1.19666
 Datum: 2023-06-12

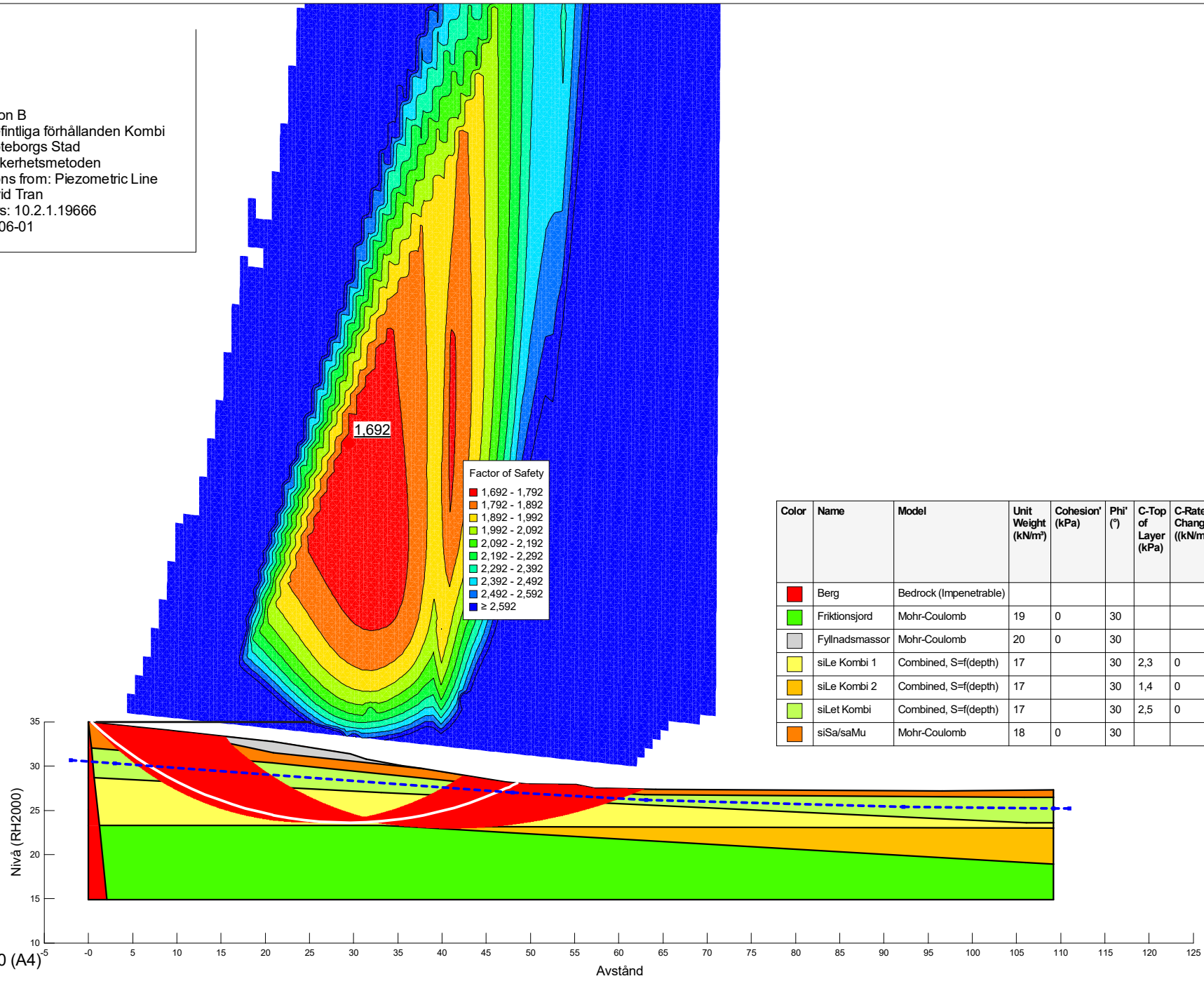


Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m ³)	Cohesion (kPa)	Phi' (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m ³)	Piezometric Line
Green	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	19		30	0	1
Orange	siLe Odrän 2	Undrained (Phi=0)	17	14			1
Light Green	siLet Odrän	Undrained (Phi=0)	17	25			1



Skala: 1:400 (A4)

Sektion: Sektion B
 Beräkning: Befintliga förhållanden Kombi
 Beställare: Göteborgs Stad
 Metod: Totalsäkerhetsmetoden
 PWP Conditions from: Piezometric Line
 Projektör: David Tran
 Geostudio vers: 10.2.1.19666
 Datum: 2023-06-01

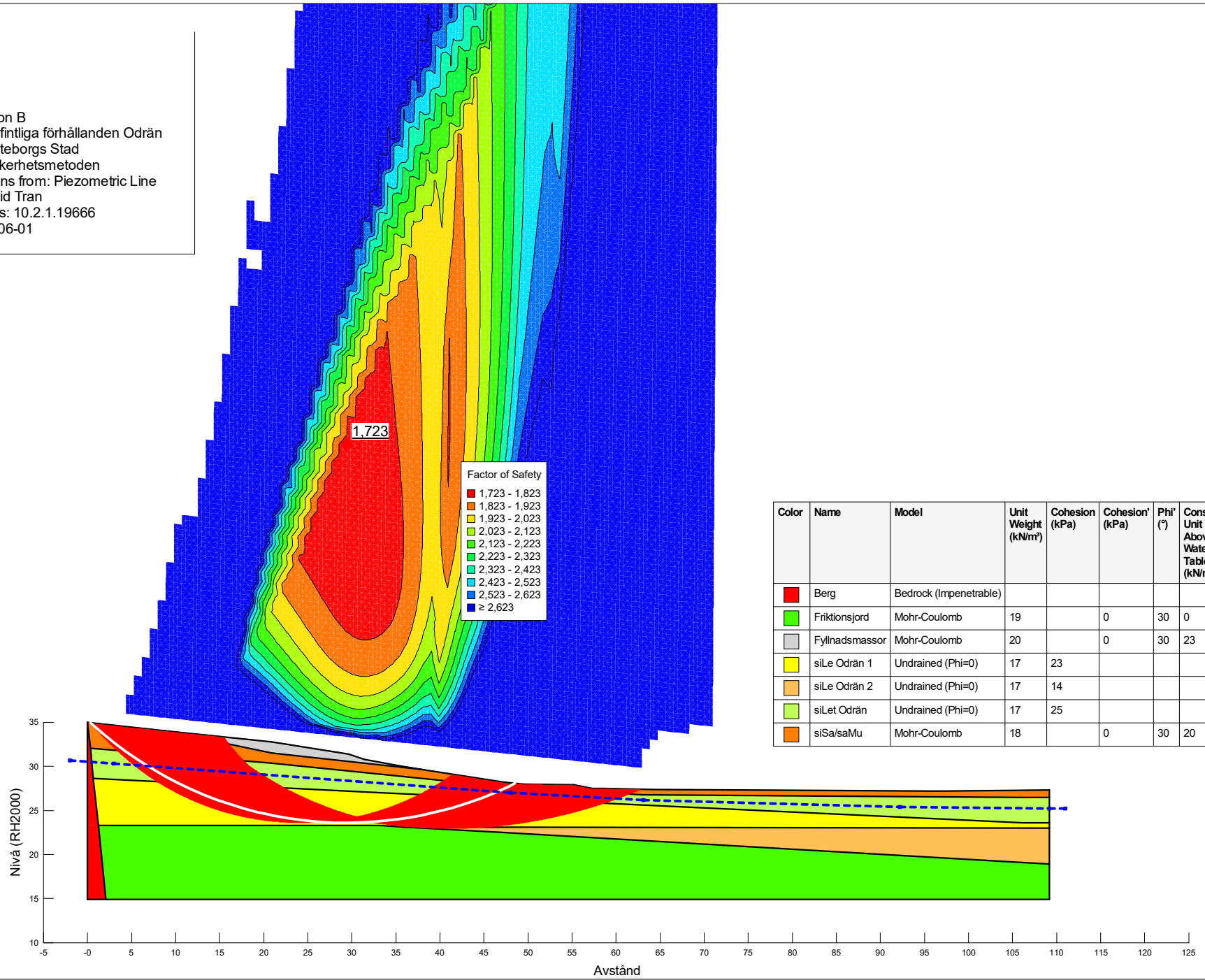


Factor of Safety

1,692 - 1,792
1,792 - 1,892
1,892 - 1,992
1,992 - 2,092
2,092 - 2,192
2,192 - 2,292
2,292 - 2,392
2,392 - 2,492
2,492 - 2,592
≥ 2,592

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m ³)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m ²)/m)
Red	Berg	Bedrock (Impenetrable)							
Green	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	19	0	30				
Grey	Fyllnadsmassor	Mohr-Coulomb	20	0	30				
Yellow	siLe Kombi 1	Combined, S=f(depth)	17		30	2,3	0	23	0
Orange	siLe Kombi 2	Combined, S=f(depth)	17		30	1,4	0	14	0
Light Green	siLe Kombi	Combined, S=f(depth)	17		30	2,5	0	25	0
Dark Orange	siSa/saMu	Mohr-Coulomb	18	0	30				

Sektion: Sektion B
 Beräkning: Befintliga förhållanden Odrän
 Beställare: Göteborgs Stad
 Metod: Totalsäkerhetsmetoden
 PWP Conditions from: Piezometric Line
 Projektör: David Tran
 Geostudio vers: 10.2.1.19666
 Datum: 2023-06-01



Factor of Safety

- 1,723 - 1,823
- 1,823 - 1,923
- 1,923 - 2,023
- 2,023 - 2,123
- 2,123 - 2,223
- 2,223 - 2,323
- 2,323 - 2,423
- 2,423 - 2,523
- 2,523 - 2,623
- ≥ 2,623

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m ³)	Cohesion (kPa)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m ³)
Red	Berg	Bedrock (Impenetrable)					
Green	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	19		0	30	0
Grey	Fyllnadsmassor	Mohr-Coulomb	20		0	30	23
Yellow	siLe Odrän 1	Undrained (Phi=0)	17	23			
Orange	siLe Odrän 2	Undrained (Phi=0)	17	14			
Light Green	siLet Odrän	Undrained (Phi=0)	17	25			
Dark Orange	siSa/saMu	Mohr-Coulomb	18		0	30	20

Skala: 1:600 (A4)