Kungsbacka, Tölö Ängar Syd

Geoteknisk PM

2016-12-19, Reviderat 2022-09-30

Norconsult

Kungsbacka, Tölö Ängar Syd
Geoteknisk PM

2016-12-19, Reviderat 2022-09-30

Beställare:	Sverigehuset i Göteborg AB Box 11304 434 81 Kungsbacka
Beställarens representant:	Anna Henriksson
Konsult:	Norconsult AB Box 8774 404 27 Göteborg
Uppdragsledare:	Bengt Askmar/Daniel Strandberg
Handläggare:	Mathias Pettersson/Marcus Berghamn Claesson
Uppdragsnr:	108 22 22
Filnamn och sökväg:	N:\104\25\1042509\5 Arbetsmaterial\01 Dokument\G\Beskr PM\PM\PM_2016-12-19.docx
Kvalitetsgranskad av:	Katarina Engerberg
Tryck:	Norconsult AB

Innehållsförteckning

1 Förutsättningar 4
2 Syfte 5
3 Underlag till Geoteknisk PM 5
4 Styrande dokument 5
5 Befintliga förhållanden 5
5.1 Topografi, markbeskaffenheter och erosion 5
5.2 Jordlagerbeskrivning 7
5.3 Hydrogeologiska förhållanden 8
6 Härledda egenskaper 9
6.1 Odränerade egenskaper 9
6.2 Dränerade egenskaper 10
7 Stabilitet 10
7.1 Geoteknisk kategori, säkerhetsklass och laster 10
7.2 Omräkningsfaktorer 11
7.3 Karakteristiska värden 11
7.4 Dimensionerande värden 12
7.5 Indata till beräkningsprogram 13
7.6 Antaganden 13
7.7 Resultat 14
7.8 Sammanfattning 17
8 Sättningar 17
9 Bergras och blocknedfall 18
9.1 Bergförhållanden 18
9.2 Bergteknisk bedömning 19
10 Radon 19
11 Rekommendationer 19

Bilagor

Stabilitetsberäkningar, befintliga förhållanden	Bilaga 1:1-1:6
Stabilitetsberäkningar, framtida förhållanden	Bilaga 2:1-2:4
Stabilitetsberäkning, förstärkningsåtgärd	Bilaga 3:1-3:10
Stabilitetsberäkningar, känslighetsanalys	Bilaga 4:1-4:2

Ritningar

Plan med lastrestriktioner	Ritning G102

1 Förutsättningar

På uppdrag av Sverigehuset har Norconsult utfört en geoteknisk undersökning och utredning vid ”Tölö Ängar syd” i Kungsbacka kommun. Inom området planeras främst bostadshus att uppföras.

Aktuellt område begränsas i söder av Söderån samt i norr av Hällingsjövägen. Väster, söder och öster om området finns även en befintlig golfbana (Forsgårdens Golfklubb), se även figur 1.1.

Figur 1.1 Ungefärligt rödmarkerat aktuellt område i Tölö, Kungsbacka. (https://www.google.se/maps, 2016-05-12)

Handlingen reviderades 2022-09-30 med anledning av att gräns för detaljplan och exploateringsyta ändrats. Revideringar är markerade med ett streck i marginalen.

2 Syfte

Undersökningen och utredningen har i detta skede utförts med syfte att utreda de geotekniska förhållandena (underlag för byggbarhetsbedömning och stabilitetsutredning) inom aktuellt område. Bland annat har en utredning utförts med avseende på stabiliteten mot Söderån.

3 Underlag till Geoteknisk PM

Nu utförda geotekniska fältundersökningar samt laboratorieundersökningar utfördes i maj och juni 2016 och resultaten redovisas i separat handling Markteknisk undersökningsrapport geoteknik (MUR/Geo) med uppdragsnummer 104 25 09, daterad 2016-07-01.

Den vattenyta som utnyttjats i stabilitetsberäkningarna är baserad på rapporten ”Söderån – vattenstånd, Tölö Ängar Syd” upprättad av DHI med projektnummer 12803611, daterad 2016-11-17.

4 Styrande dokument

Denna PM ansluter till SS-EN 1997-1 med tillhörande nationell bilaga. Nedan uppräknade tillämpningsdokument har använts för beräkningarna:

- IEG:s tillämpningsdokument Rapport 2:2008, Rev 2 ”Grunder”
- IEG:s tillämpningsdokument Rapport 6:2008, Rev 1 ”Slänter och bankar”

5 Befintliga förhållanden

5.1 Topografi, markbeskaffenheter och erosion

För detaljer avseende topografi se ritning G101 i MUR/Geo angiven i kapitel 3.

Det aktuella området sluttar generellt från norr ner mot Söderån i söder. I den östra delen av området sluttar marken från öst och väst ned mot en bäck, se ritning G101 och Figur 1.1. Marknivåerna i området varierar mellan ca +2 och +14 i höjdsystem RH2000. Bottennivån i Söderån varierar längs sträckan mellan -0,2 och +0,4. Vattenytans nivå mättes i Söderån och den mindre bäcken i öst i maj 2016. Vid mättillfället så varierade vattenytans nivå i Söderån mellan +1,2 och +1,8. Bäckens nivå låg vid mättillfället på nivå +3,1. Marken består i huvudsak av åker/ängsmark.

Höjdskillnaden från släntkrön till åbotten för Söderån varierar mellan ca 2 m och 4,5 m. För den mindre bäcken i öster är höjdskillnaden omkring 1 m.

Vid platsbesök i området noterades inga direkta tecken på pågående erosion norr om Söderån. Vid Söderåns södra strandlinje (mot golfbanan) noterades dock ett fåtal erosionsras, se bild 5.1.

Bild 5.1 Foto som visar ett mindre erosionsras på Söderåns södra strand.

Vid den mindre bäcken som rinner genom områdets östra del bedöms erosionen vara mycket liten. Här är bäckens slänter tätt igenvuxna vilket tyder på små flöden, se bild 5.2. Inga större tecken på erosion kunde heller ses vid platsbesöket.

Bild 5.2 Fotot visar den mindre bäcken i öst. Små tecken på erosion kan ses i nivå med vattenytan.

5.2 Jordlagerbeskrivning

Enligt tidigare och nu utförda undersökningar inom aktuellt område består naturlig jordlagerföljd från markytan i huvudsak av:

- Mulljord till ca 0,2 m djup
- Torrskorpelera till ca 1-2 m djup
- Lera till som mest ca 30 m djup.
- Friktionsjord.
- Berg.

Djup till fast botten är som minst i områdets norra och sydvästra delar. Här förekommer även mindre områden med ytligt berg (se även ritning G101 i MUR/Geo). Störst djup förekommer i öster och sydöst där djupen till fast botten enligt utförda undersökningar som mest är drygt 30 m (se tex punkt NC8 och NC13 i MUR/Geo).

Mulljorden bedöms utgöras av materialtyp 6B och tjälfarlighetsklass 1 enligt Anläggnings AMA.

Torrskorpeleran är grå och kan innehålla silt samt växtdelar. Dess vattenkvot varierar mellan ca 20-40 %. Torrskorpan bedöms utgöras av materialtyp 5A och tjälfarlighetsklass 4 enligt Anläggnings AMA. Mäktigheten på jorden är i huvudsak 1,5-2 m men närmare Söderån minskar dess tjocklek till att vara ca 0,5-1 m.

Leran under torrskorpeleran är grå och innehåller skal- och växtrester. Silt kan även förekomma i leran. Dess vattenkvot och konflytgräns varierar mellan ca 50-80 % respektive mellan ca 40-65 %, med de lägre värdena mot djupet. Lerans densitet varierar i huvudsak kring 1,6 ton/m^3. Sensitiveten uppmätt från konprov varierar mellan ca 20-110. Leran bedöms utifrån uppmätta värden på sensitiveten vara högsensitiv och ”kvick” från ca 5-7 m djup. Därmed är leran känslig för störningar
(tex pålningsarbeten mm). Leran bedöms utgöras av materialtyp 5A och tjälfarlighetsklass 4 enligt Anläggnings AMA.

Enligt utförda ving-, kon- och direkta skjuvförsök varierar **lerans** odränerade skjuvhållfasthet (utan korrigering map konflytgräns) mellan ca 10-40 kPa, med de högre värdena mot djupet.

Friktionsjorden under leran bedöms utifrån utförda CPT-sonderingar överst i huvudsak bestå av sand och silt.

5.3 Hydrogeologiska förhållanden

Den **övre grundvattenytan** har mätts i skruvborrhålen och låg vid undersökningstillfället i maj 2016 på mellan ca 1,1-2,1 m djup under befintlig markyta. Vid den tidigare undersökningen i juni 2007 låg den **övre grundvattenytan** på mellan ca 0,4-1,7 m djup under befintlig markyta.

I punkt NC3 (se läge på ritning G 101) har ett grundvattenrör installerats i friktionsjorden under leran på ca 5,9 m djup (nivå ca -2,3). Utförda mätningar under maj och juni 2016 redovisas i tabell 8.2.

Tabell 5.1 Uppmätta grundvattenytor, punkt NC3, bef my +3,6.

Datum	Uppmätt gv-yta under bef my (uppmätt nivå)
2016-05-23	1,7 m djup (nivå +1,9)
2016-05-30	1,7 m djup (nivå +1,9)
2016-06-03	1,8 m djup (nivå +1,8)
2016-06-10	1,9 m djup (nivå +1,7)
2016-06-20	1,8 m djup (nivå +1,8)

Vid undersökningstillfället i maj 2016 låg vattenytan i Söderån på nivån ca +1,2 till +1,8 vilket motsvarade ett vattendjup på mellan ca 1,3-1,5 m. För bäcken i östra delen av området låg vattenytan på nivån ca +3,1 vid sektion 4, vilket är ca 0,2 m över botten på bäcken.

DHI har beräknat fram olika vattenstånd för aktuellt område. En nederbördsserie från de senaste 33 åren har använts vid simulering, dvs vattenstånd för denna period har beräknats fram för lägsta lågvattenstånd (LLV) och medelvattenstånd (MV). För högsta högvattenstånd (HHV) har DHI tidigare även räknat fram ett extremvärde för 100 år. I nedanstående tabell redovisas de olika vattenstånden i aktuellt område.

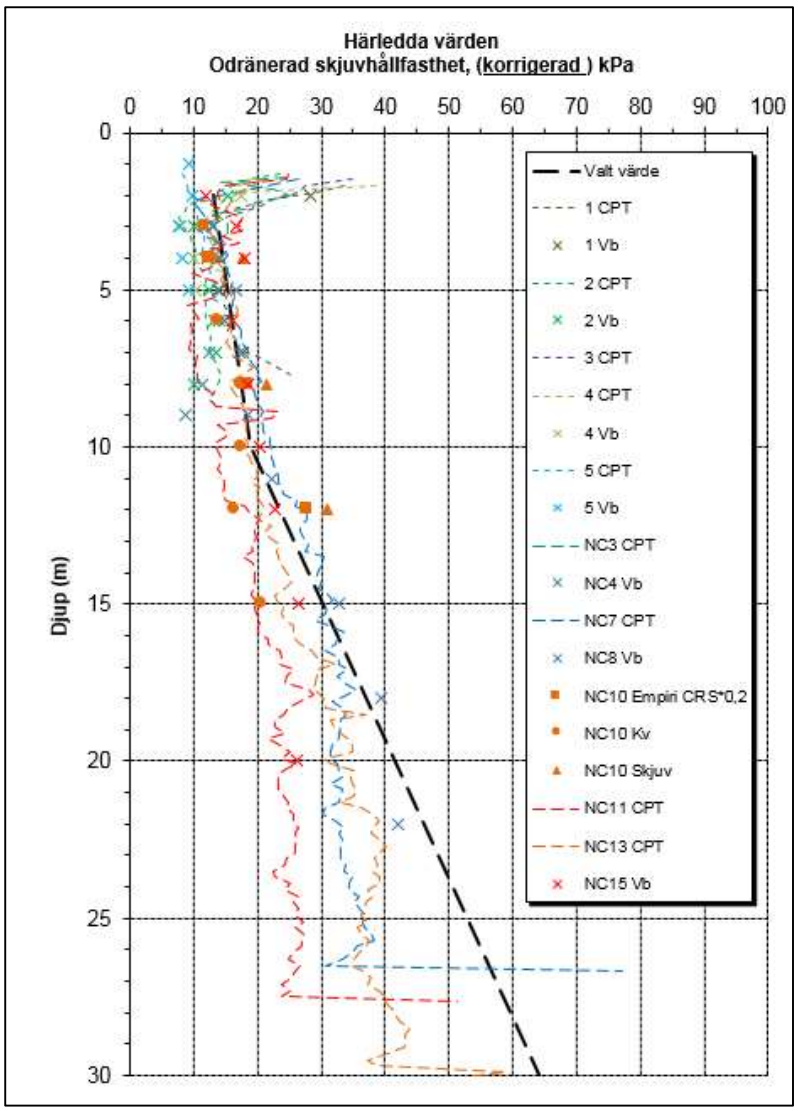
$HHV_{33år}$	$HHV_{100år}$	$MV_{33år}$	$LLV_{33år}$
+2,1	+3,3	+1,1-1,2*	+0,8-1,1*

*Varierar i området, det högre värdet gäller uppströms (nord-öst) från dämmet i sektion E.

6 Härledda egenskaper

6.1 Odränerade egenskaper

Valda värden för lerans korrigerade odränerade skjuvhållfasthet redovisas i figur 6.1 och tabell 6.1.



Figur 6.1 Valda hållfasthetsvärden, korrigerad odränerad skjuvhållfasthet.

Tabell 6.1 Valda värden (linjär interpolering), korrigerad odränerad skjuvhållfasthet

Djup [m]	c_u [kPa]
2	13
10	19
30	64

6.2 Dränerade egenskaper

Kohesionsjordens dränerade hållfasthetsparametrar bestäms empiriskt enligt:

$\varphi' = 30^{\circ}$
$c' = 0{,}1 \times c_u$

Dessa empiriska värden ska ses som karakteristiska, vilket medför att η=1,0 skall tillämpas.

7 Stabilitet

7.1 Geoteknisk kategori, säkerhetsklass och laster

Dimensionering och beräkningar för stabiliteten i området har utförts i geoteknisk kategori 2, GK 2 samt i säkerhetsklass 3, SK 3. Säkerhetsklass 3 används då leran har egenskaper för att vara kvick.

SK3 ➔ Partialkoefficient som beaktar säkerhetsklass vid variabel last $\gamma_d = 1{,}0$ och vid permanent last $\gamma_d = 0{,}91$

➔ $F_{EN} = 1{,}1$

Eftersom befintliga gator ligger långt ifrån Söderån har dessa laster inte tagits med. Glidytor på detta avstånd från slänt har betryggande säkerhetsfaktor.

Permanenta laster efter exploatering väljs enligt beställarunderlag till 10 kPa för tomter samt 10 kPa för gångstråk. Dimensionerande laster uppgår därmed till:

$Permanent\ last = \gamma_d \times 1{,}1 \times G = 0{,}91 \times 1{,}1 \times 10 = 10\ kPa$

7.2 Omräkningsfaktorer

Antalet oberoende undersökningspunkter n>5 st.
Leran förutsätts motsvara ”normalsvensk lera”.

$\eta_{(1,2)}$=1,0

4 olika metoder har använts (CPT, vingsondering, konförsök och direkta skjuvförsök) för att bestämma c_u men dessa bedöms ha en viss spridning i resultat.

$\eta_{(3)}$=1,0

Brottytan bedöms vara stor och flera undersökningspunkter ligger inom brottytan.

$\eta_{(4,5,6,7)}$=1,0

För dimensionering av slänter och bankar sätts

$\eta_{(8)}$=1,0

Sammantaget ger detta:

$c_u = \eta_{(1,2)} \times \eta_{(3)} \times \eta_{(4,5,6,7)} \times \eta_{(8)}$ = 1,0 x 1,0 x 1,0 x 1,0 = 1,0

7.3 Karakteristiska värden

Det karakteristiska värdet för en materialparameter definieras som:
$X_k = \eta \times X$

Tabell 7.1 Karakteristiska hållfasthetsvärden, släntstabilitet

Djup [m]	$\mathbf{c}_{uk}$ [kPa]	$\mathbf{c'}_k$ **(**$= 0{,}1 \times c_u$**)** [kPa]
2	13	1,3
10	19	1,9
30	64	6,4

Värden enligt tabell 7.1 gäller för leran inom undersökningsområdet. Det skall förutsättas att jordprofilen överst utgörs av torrskorpelera till ca 1,5-2,5 m djup. Denna jord ges en karakteristisk (η=1) odränerad skjuvhållfasthet $\mathbf{c}_{uk}$= 25 kPa,

n:\108\22\1082222\5 arbetsmaterial\01 dokument\gl\pm\pm_2016-12-19.docx

baserat på de mest ytliga lerlagrens hållfasthet. Denna jord ges karakteristisk tunghet/effektiv tunghet på γ_k=17 kN/m^3 / γ'_k=7 kN/m^3.

Friktionsjorden under leran samt friktionsjord ges en karakteristisk (η=1) friktionsvinkel ϕ'_k = 34º samt en karakteristisk tunghet/effektiv tunghet på γ_k=18 kN/m^3/ γ'_k=10 kN/m^3.

Den lösare lerans tunghet har valts enligt tabell 7.2.

Tabell 7.2 Jordmaterialens tunghet, karakteristiska värden

Djup [m]	γ_k [kN/m^3]
2-10	16
>10	16,5

7.4 Dimensionerande värden

Det dimensionerande värdet beräknas enligt:

$$X_d = \frac{1}{\gamma_M} \times \eta \times X_k$$

För friktionsvinkeln innebär det:

$$\varphi'_d = tan^{-1}\left(\frac{1}{\gamma_{\varphi'}} \times \eta_{\varphi'} \times tan\varphi'\right)$$

Partialkoefficienter för jordmaterial, γ_M, enligt Tabell 7.3 nedan.

Tabell 7.3 Partialkoefficienter för jordmaterial

Jordparameter		**Värde**
Friktionsvinkel (tan ϕ')	$\gamma_{\varphi'}$	1,3
Effektiv kohesion (c')	$\gamma_{c'}$	1,3
Odränerad skjuvhållfasthet (c_u)	γ_{cu}	1,5
Tunghet (γ)	γ_γ	1,0

En sammanställning av dimensionerande hållfasthetsvärden för kohesionsjorden redovisas i Tabell 7.4 nedan.

Tabell 7.4 Dimensionerande hållfasthetsvärden för kohesionsjorden, släntstabilitet

Djup	c_{ud} [kPa]	c'_d [kPa]	ϕ'_d [º]
2	8,7	1,0	23,9
10	12,7	1,46	23,9
30	42,7	4,91	23,9

7.5 Indata till beräkningsprogram

Följande värden används som indata i beräkningsprogrammet, Geostudio Slope/W, för att kunna göra stabilitetsanalyser med partialkoefficienter enligt IEG:s Tillämpningsdokument EN 1997-1 ”Slänter och bankar”.

Tabell 7.5 Indata till beräkningsprogram

Djup [m u my]	**Material**	c_{ud} [kPa]	c'_d [kPa]	ϕ'_d [º]	γ [kN/m^3]
0-2	Torrskorpelera	16,7	1,9	23,9	17 (7)
2-10	Lera 1	8,7+(0,5*z’)	1,0+(0,06*z’)	23,9	16 (6)
>10	Lera 2	12,7+(1,5*z’’)	1,46+(0,17*z’’)	23,9	16,5 (6,5)
Varierar	Fr	-	-	27,4	18 (10)

Där z’ är djupet i meter under torrskorpeleran och z’’ är djupet i meter under jordlagret Lera 1.

Som indata i beräkningsprogrammet motsvarar värdena på den dränerade hållfastheten i Tabell 7.5 följande:

$$c'_d = 0{,}115 \times c_{ud}$$

7.6 Antaganden

Vid beräkningar har portrycket modellerats som ett hydrostatiskt tryck från ca 1,5–2 m djup under befintlig markyta, alltså torrskorpans underkant. Det mindre vattendraget som ansluter till Söderån i den östra delen av området har vid beräkningar valts att vara torrlagd vilket bedöms vara på säkra sidan. Vattennivån som används för Söderån är baserad på utredning utförd av DHI, se kapitel 3. Enligt denna utredning varierar LLV längs ån mellan nivå +0,8 och +1,1 inom aktuellt område. Ett befintligt dämme i sektion E antas avgränsa vattennivåerna. LLV +0,8 antas nedströms dämmet inklusive sektion E, LLV +1,1 antas uppströms.

7.7 Resultat

Stabilitetsberäkningar har initialt utförts i sex sektioner 0–5. I samtliga sektioner har totalstabiliteten vid befintliga och framtida förhållanden kontrollerats. Därefter har 7 st kompletterande sektioner, A-G, tagits fram för att avgränsa åtgärder (se lägen enligt ritning G102). Beräkningar har bara gjorts i kombinerad analys då lasterna är permanenta, vilket leder till att kombinerat fall alltid är dimensionerande.

Befintliga förhållanden

Utförda beräkningar för befintliga förhållanden visar att säkerheten mot skred är tillfredställande i kombinerad analys (F ≥ 1,1) för sektion 0, 2 och 4. Säkerheten mot skred har som lägst beräknats till 0,9 i sektion 3 samt 1,0 för sektion 1 och 5 vilket är något för lågt. Resultaten från de utförda beräkningarna för befintliga förhållanden redovisas i tabell 7.6 samt mer i detalj i Bilaga 1:1–1:6.

Säkerheten för skred i sektion Sektion 3 uppfyller inte kraven men då detaljplanen inte omfattar denna del av området och det inte heller är tecken på erosion utmed ån (se kapitel 5.1) så anses det inte krävas åtgärder.

Tabell 7.6 Beräknad säkerhet mot skred, befintliga förhållanden.

Sektion	Kombinerad analys	Bilaga
0	1,2	1:1
1	1,0	1:2
2	1,2	1:3
3	0,9	1:4
4	1,4	1:5
5	1,0	1:6

Framtida förhållanden och åtgärdsförslag

I södra delen av området planeras i huvudsak småhusbebyggelse och parkmark med gångstråk att uppföras. För framtida förhållanden har beräkningar därför utförts med en utbredd dimensionerande last av 10 kPa (enbart pådrivande last). I de fall där laster har en ”mothållande” effekt på presenterad glidyta har dessa laster satts till 0 kPa.

För beräkningsresultat se tabell 7.7 samt mer i detalj i bilaga 2:1-2:4. Sektion 3 och 4 är inte medräknade då ingen exploatering sker i denna del av området, därav är framtida förhållanden oförändrade.

Tabell 7.7 Beräknad säkerhet mot skred, framtida förhållanden.

Sektion	Kombinerad analys	Bilaga
0	1,1	2:1
1	1,0	2:2
2	1,1	2:3
5	0,9	2:4

Då beräkningar för sektion 1 och 5 inte uppnår tillräckligt hög säkerhet har åtgärdsförslag med kalkcement (KC) pelare tagits fram för dessa sektioner. Åtgärdsberäkningar har gjorts med ett KC material som ska representera 35 % täckningsgrad. För sektion 1 rekommenderas en 5 meter bred skärm med KC-pelare 24 meter från slänten, pelarna ska gå ner till fast botten som är på ca 5 meters djup. För sektion 5 rekommenderas en 16 meter bred skärm med KC-pelare 24 meter från slänten, pelarna ska minst gå ner till 23 meters djup. För utbredning se ritning G102.

Ett alternativt åtgärdsförslag har tagits fram för sektioner 5, E samt F. Förslaget innefattar en mindre KC-skärm om 11 meter bred skärm 24 meter från slänten, pelarna ska minst gå ner till 20 meters djup, se Bilaga 3:7. Förslaget kräver även att last ska totalkompenseras minst till 55 meter från åkant.

För att avgränsa åtgärderna har kompletterande sektioner A-F tagits fram och kontrollerats med eller utan åtgärder. Resulterande åtgärder från beräkningar visas i Tabell 7.8 samt i Bilaga 3:1-3:10. En översiktsbild i plan över förslagna åtgärder visas i ritning G102. I ritningen illustreras åtgärd med en 16 meter bred skärm med KC-pelare vid sektion 5.

Tabell 7.8 Beräknad säkerhet framtida förhållanden åtgärder

Sektion	Åtgärd (BreddxDjup vid KC)	Kombinerad analys	Bilaga
1	5x5 m KC block	1,1	3:1
5	11x20 m KC block, lastkompensation 55 m bakom å / 16x23 m KC block	1,2	3:2
A	Ingen åtgärd krävs	1,1	3:3
B	Ingen åtgärd krävs	1,2	3:4
C	Ingen åtgärd krävs	1,2	3:5
D	Ingen åtgärd krävs	1,3	3:6
E	11x20 m KC block, lastkompensation 55 m bakom å / 16x23 m KC block	1,1	3:7–3:8
F	11x20 m KC block, lastkompensation 55m bakom å / 16x23 m KC block	1,1	3:9
G	Ingen åtgärd krävs	1,1	3:10

Känslighetsanalys

Grundvattenytan bedöms ligga på ca 1,5–2 meter under befintlig markyta. För att kontrollera hur stor inverkan en högre grundvattenyta har på säkerheten mot skred så har en känslighetsanalys utförts. Beräkningar har utförts för sektion 1 och 2 i kombinerad analys där grundvattenytan har höjts upp till att ligga i princip i markytan nära vattendraget för att sedan sjunka till ca 1 meter under befintlig markyta på större avstånd.

Känslighetsanalys är gjord med gammal exploateringsyta vilket gör att säkerhetsfaktorer inte är uppdaterade. Dock kan resultaten från känslighetsanalysen fortfarande tolkas på samma sätt.

Resultatet från denna beräkning visar att säkerheten är strax under gällande krav ($F \geq 1,1$) för sektion 1, se tabell 7.8 samt beräkningen i detalj Bilaga 4:1. Detta bedöms dock vara ett högst osannolikt scenario och om denna portrycksnivå skulle uppstå finns fortfarande stora marginaler innan risk för skred föreligger. Vattenytan i Söderån har satts till LLV vid dessa beräkningar vilket också bedöms vara högst osannolikt i kombination med en hög grundvattennivå.

För sektion 2 är stabiliteten fortfarande tillfredställande för detta förhållande.

Tabell 7.8 Beräknad säkerhet mot skred, förhöjd GV-yta.

Sektion	Kombinerad analys	Bilaga
1	1,0	4:1
2	1,1	4:2

7.8 Sammanfattning

För befintliga förhållanden är totalstabiliteten i området tillfredställande i alla sektioner förutom sektion 1 och 5. Den beräknade säkerhetsfaktorn mot skred i dessa sektion är ca 1,0, det vill säga något låg säkerhet mot skred med avseende på aktuell säkerhetsklass SK3 (F ≥ 1,1). Sektion 3 har också en otillfredsställande säkerhetsfaktor på 0,9 vilket motsvarar SK1. Då exploateringen inte kommer påverka sektionen och det inte heller är tecken på erosion i området (se kapitel 5.1) anses inga åtgärder behövas.

Beräkningar har även utförts för framtida förhållanden med utbredd last med dimensionerande värden på 10 kPa på pådrivande sida av slänten. Denna last ska representera ett fyllningslager om 0,5 meter. Större laster skall totalkompenseras m.h.t. sättningar. Dessa resultat visar att åtgärder behöver införas vid och runt sektion 1 samt 5.

Beräkningar som utförts med stabilitetshöjande åtgärder visar att säkerhetsfaktorn för sektion 1 och 5 kan höjas till 1,1 med exempelvis kalkcementpelarförstärkning, eventuellt i kombination med att totalkompensera för påförda laster i sektion 5. Stabilitetshöjande åtgärder har begränsats i längdled med hjälp av kompletterande sektioner. Rekommenderade åtgärder i plan visas i ritning G102.

Känslighetsanalysen visar att en högre grundvattenyta inte påverkar stabiliteten nämnvärt. Även med en förhöjd grundvattenyta understiger inte säkerhetsfaktorn 1,0 i utförda beräkningar.

8 Sättningar

Utförda belastningsförsök (CRS-försök) i leran har utförts från upptagna prover i punkt NC10 (se läge enligt ritning G101 i MUR/Geo). Med en vald grundvattenyta på 2 m djup under befintlig markyta samt hydrostatiskt grundvattentryck från denna nivå är leran överkonsoliderad med minst ca 15 kPa (OCR ~1,3-1,5). Med hänsyn till krypning genom 20 % reduktion av uppmätta förkonsolideringstryck är leran normal- till svagt överkonsoliderad med minst ca 5 kPa (OCR_{kryp} ~1,0-1,2).

Lerans kompressionsmodul, M_L varierar i huvudsak mellan ca 500 och 900 kPa.

För att få en bättre bild av lerans sättningsegenskaper rekommenderas det att fler belastningsförsök (CRS-försök) utförs vid detaljprojektering.

9 Bergras och blocknedfall

9.1 Bergförhållanden

Berg i dagen begränsar sig till ett fåtal flacka, glacialslipade hällar längs kanterna av åkermarken. Inga sprängda skärningar eller branter förekommer inom det aktuella området. Höjdskillnaderna mellan hällar och omgivande mark uppgår sällan till mer än någon meter (Bild 9.1).

Bild 9.1. Rundad häll av amfibolit längs den södra begränsningen av det aktuella området. Vy mot sydväst.

Berggrunden i de få hällarna som finns i området utgörs i huvudsak av tre olika, i enlighet med SGUs berggrundskarta *Kungsbacka NO* (Af 124):

- Två hällområden längs Hällingsjövägen: *Askimsgranit (röd, medelkorning, svagt folierad)*
- Två hällar i sydvästra kanten: *Amfibolit (fint medelkorning, svagt folierad 200°/80°)*
- En häll öster om det aktuella området: *Gnejs (granodioritisk, grå, fint medelkorning, distinkt gnejsighet 200°/85°)*

Genomgående låg sprickfrekvens, men den låga blottningsgraden medger inte närmare information om sprickigheten.

9.2 Bergteknisk bedömning

Det bedöms inte föreligga någon risk för bergras eller blockutfall i eller i anslutning till någon del av det aktuella området. Eventuella bergarbeten som resulterar i schaktväggar med över 1 m höjd ska besiktigas av bergsakkunnig.

10 Radon

Eftersom jordtäcket i hela det aktuella området utgörs av lera har det inte varit möjligt att utföra direkta mätningar av jordluftens radonhalt. Istället har det utförts mätning med gammaspektrometer på berg och ostörda jordytor för bestämning av aktivitetshalten radium-226, som sönderfaller till radon-222. Mätresultaten redovisas i rapport MUR/Geo angiven under avsnitt *3. Underlag till Geoteknisk PM.*

Utifrån mätningar på blottlagt berg och ostörda jordytor klassas området som normalradonmark.

11 Rekommendationer

Ur geoteknisk synpunkt kan området exploateras med beaktande av nedan angivna restriktioner och synpunkter.

Stabiliteten i området är tillfredställande för befintliga förhållanden för alla sektioner förutom sektion 1, 3 och 5. Risk för skred bedöms dock inte föreligga. Beräkningar har också utförts med syfte att undersöka möjligheten till att belasta marken i området för sektion 1 och 5 (sektion 3 ska inte exploateras). Resultaten visar på att det är möjligt att belasta marken med 10 kPa på delar av aktuellt område, se ritning G102 och bilaga 2. En markbelastning av 10 kPa motsvarar ca 0,5 meter uppfyllnad. Ur sättningssynpunkt kommer en last av mer än 10 kPa generera sättningar.

Som framgår på ritning G102 är exploatering planerad i zoner där ingen last kan påföras utan att underskrida krav gällande säkerhet. För att lösa detta problem så behöver att stabilitetshöjande förstärkningsåtgärder utförs vid dessa områden. Samma gäller sektion 3 ifall exploatering ändras till att påverka denna sektion.

För att uppnå fullgod säkerhet vid sektion 1 och 5 behöver någon typ av stabilitetsförhöjande åtgärd utföras, förslagsvis kalkcement (KC) pelarförstärkning.

För sektion 1 rekommenderas en 5 meter bred skärm med KC-pelare 24 meter från slänten, pelarna ska gå ner till fast botten som är på ca 5 meters djup. För sektion 5 rekommenderas en 16 meter bred skärm med KC-pelare 24 meter från slänten, pelarna ska minst gå ner till 23 meters djup. En alternativ åtgärd för sektion 5 är att ha en mindre 11 meter bred skärm med KC-pelare 24 meter från slänten, pelarna ska minst gå ner till 20 meters djup. För detta alternativa åtgärdsförslag krävs även att last totalkompenseras minst till 55 meter från åkant.

Täckningsgraden som utnyttjats i beräkningen för KC-skärmen är ca 35 %. KC-skärmen avgränsas av kompletterande sektioner A-F och full utbredning visas i ritning G102. I ritningen illustreras åtgärd med en 16 meter bred skärm med KC-pelare utan totalkompensation av last i området.

För att minimera belastningarna och eventuella sättningsrörelser bör höjdsättningen i området preliminärt vara sådan att befintliga nivåer i huvudsak följs. Mindre uppfyllnader (<0,3 m) i området kan troligtvis utföras utan att stora sättningar utbildas men omfattningen på detta får studeras närmare i samband med detaljprojektering. Ytterligare belastningsförsök (CRS-försök) rekommenderas att utföras på lerprover för få mer underlag map lerans sättningsegenskaper.

Beroende på höjdsättning (eventuella uppfyllnader med mera), laster från planerade byggnader och sättningskrav så kommer grundläggning kunna utföras med platta på mark (tex som kompensationsgrundläggning), med pålar (kohesions- eller stödpålar) eller med kalkcementpelare. Vilken grundläggning det blir för respektive byggnad eller område får studeras närmare vid detaljprojektering.

Vid detaljprojektering bör det utföras kompletterande geotekniska fält- och laboratorieundersökningar för planerade byggnader och anläggningar i området för att få ett bättre underlag map grundläggning mm.

Byggnadstekniska åtgärder som medför en permanent grundvattensänkning bör ej utföras. Detta är viktigt inte enbart för planerade byggnader utan även för närliggande mark som kan utsättas för sättningar vid sänkning av grundvattenytan.

Jordlagren innehåller silt varpå risk för tjällyftning samt jordflytning skall beaktas.

Vid byggnation kan eventuella undermarkkonstruktioner ur stabilitetsskäl kräva temporära stödkonstruktioner.

Vibrationer i byggnader kan uppstå vid byggnation av lätta konstruktioner på lös lera i anslutning till trafikerade vägar. Vibrationsproblematiken har ej utretts i detta uppdrag och kan därför behöva studeras närmare i en riskanalys.

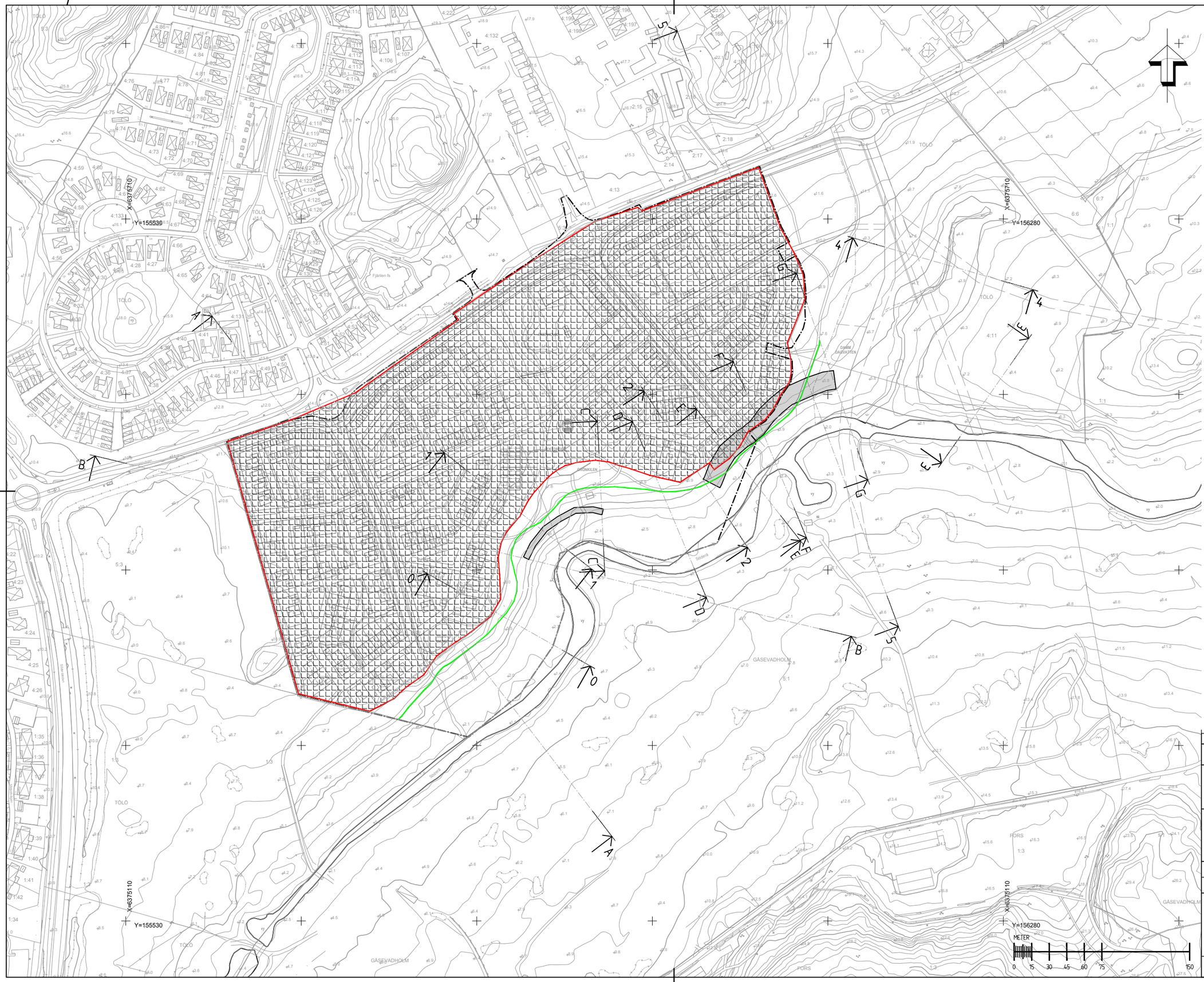
Norconsult AB
Väg och Bana
Geoteknik

Mathias Pettersson
mathias.pettersson@norconsult.com

Bengt Askmar
bengt.askmar@norconsult.com

Norconsult

Norconsult AB
Theres Svensson gata 11
Box 8774, 402 76 Göteborg
031 – 50 70 00, fax 031-50 70 10
www.norconsult.se



ANVISNINGAR

KOORDINATSYSTEM: SWEREF 99 12 00
HÖJDSYSTEM: RH2000

BETECKNINGAR

- BERÄKNINGSSEKTION
- DETALJPLANEGRÄNS
- GÅNGSTRÅK MARKBELASTNING 10 kPa
- GRÄNS FÖR EXPLOATERING
- MAX MARKBELASTNING 10 kPa
- KC-PELARFÖRSTÄRKT OMRÅDE

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	SIGN	DATUM
A	1	UPPDATERAD RITNING	DS	2022-09-29

Sverigehuset

Norconsult

Norconsult AB
Box 8774, 402 76 Göteborg
Tfn +46 10 141 80 00
www.norconsult.se

UPPDRAG NR	RITAD/KONSTR AV	HANDLÄGGARE
108 22 22	T BACKMAN	MBC/DS
DATUM	ANSVARIG	
2022-09-22	KATARINA ENGERBERG	

KUNGSBACKA KOMMUN
TÖLÖ ÅNGAR SYD

STABILITETSUTREDNING
PLAN MED LASTRESTRIKTIONER

SKALA	NUMMER	BET
1:1500 (A1)	G 102	A

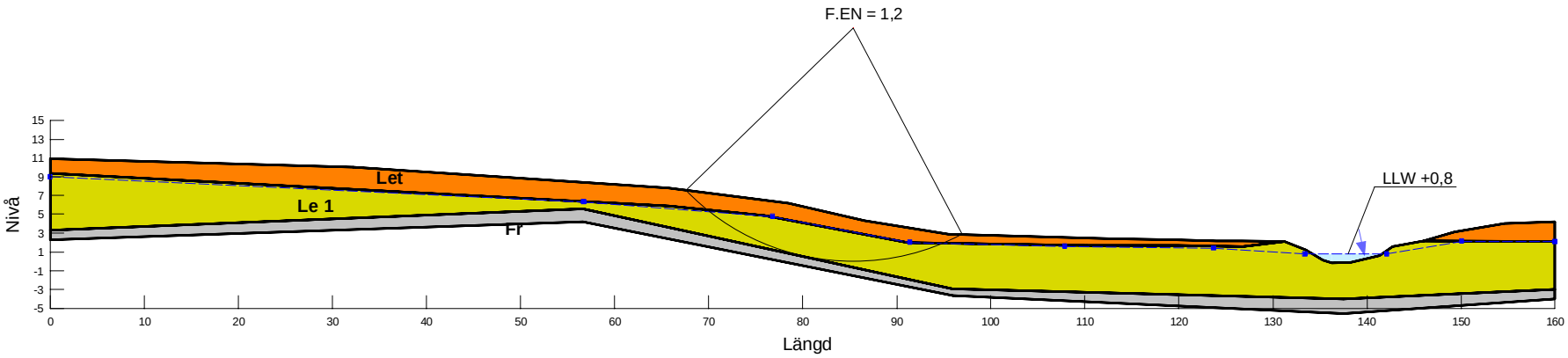
Ritning: N:\108\22\1082222\5 Arbetsmaterial\02 BIM\G\Ritder\G102.dwg Plottad: 2022-10-11 13:50:40

Kungsbacka, Tölö Ängar Syd
Uppdragsnummer: 104 25 09

Sektion 0
Befintliga förhållanden
Kombinerad analys

Skala (A3): 1:500
Analysmetod: Morgenstern-Price
Portryck: Piezometric Line

Bilaga 1:1



Name: Let
Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 17 kN/m³
Phi: 23.9 °
C-Top of Layer: 0 kPa
C-Rate of Change: 0 kPa/m
Cu-Top of Layer: 16.7 kPa
Cu-Rate of Change: 0 kPa/m
C/Cu Ratio: 0.115
Piezometric Line: 1

Name: Le 1
Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 16 kN/m³
Phi: 23.9 °
C-Top of Layer: 0 kPa
C-Rate of Change: 0 kPa/m
Cu-Top of Layer: 8.7 kPa
Cu-Rate of Change: 0.5 kPa/m
C/Cu Ratio: 0.115
Piezometric Line: 1

Name: Fr
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Phi: 27.4 °
Piezometric Line: 1
Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³
Cohesion: 0 kPa

Datum: 2016-12-15 09:50:08
Senast editerad av: Pettersson Mathias
Sökväg: N:\104\25\1042509\5 Arbetsmaterial\04 Beräkningar\G\Stabilitet\Sektion 0\Sek 0 bef komb.gsz

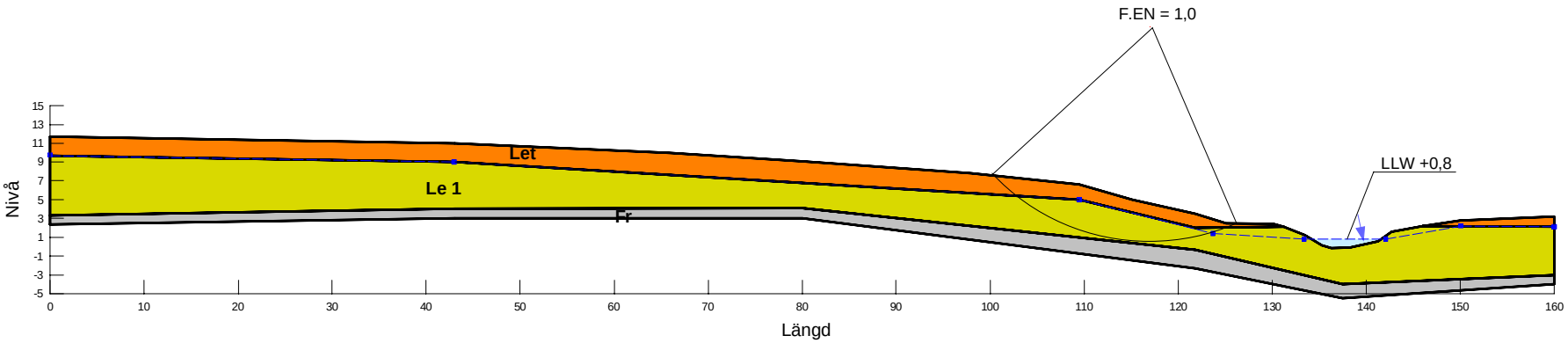
Norconsult

Kungsbacka, Tölö Ängar Syd
Uppdragsnummer: 104 25 09

Sektion 1
Befintliga förhållanden
Kombinerad analys

Skala (A3): 1:500
Analysmetod: Morgenstern-Price
Portryck: Piezometric Line

Bilaga 1:2



Name: Let
Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 17 kN/m³
Phi: 23.9 °
C-Top of Layer: 0 kPa
C-Rate of Change: 0 kPa/m
Cu-Top of Layer: 16.7 kPa
Cu-Rate of Change: 0 kPa/m
C/Cu Ratio: 0.115
Piezometric Line: 1

Name: Le 1
Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 16 kN/m³
Phi: 23.9 °
C-Top of Layer: 0 kPa
C-Rate of Change: 0 kPa/m
Cu-Top of Layer: 8.7 kPa
Cu-Rate of Change: 0.5 kPa/m
C/Cu Ratio: 0.115
Piezometric Line: 1

Name: Fr
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Phi: 27.4 °
Piezometric Line: 1
Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³
Cohesion: 0 kPa

Datum: 2016-12-08 15:34:15
Senast editerad av: Pettersson Mathias
Sökväg: N:\104\25\1042509\5 Arbetsmaterial\04 Beräkningar\G\Stabilitet\Sektion 1\Sek 1 bef komb.gsz

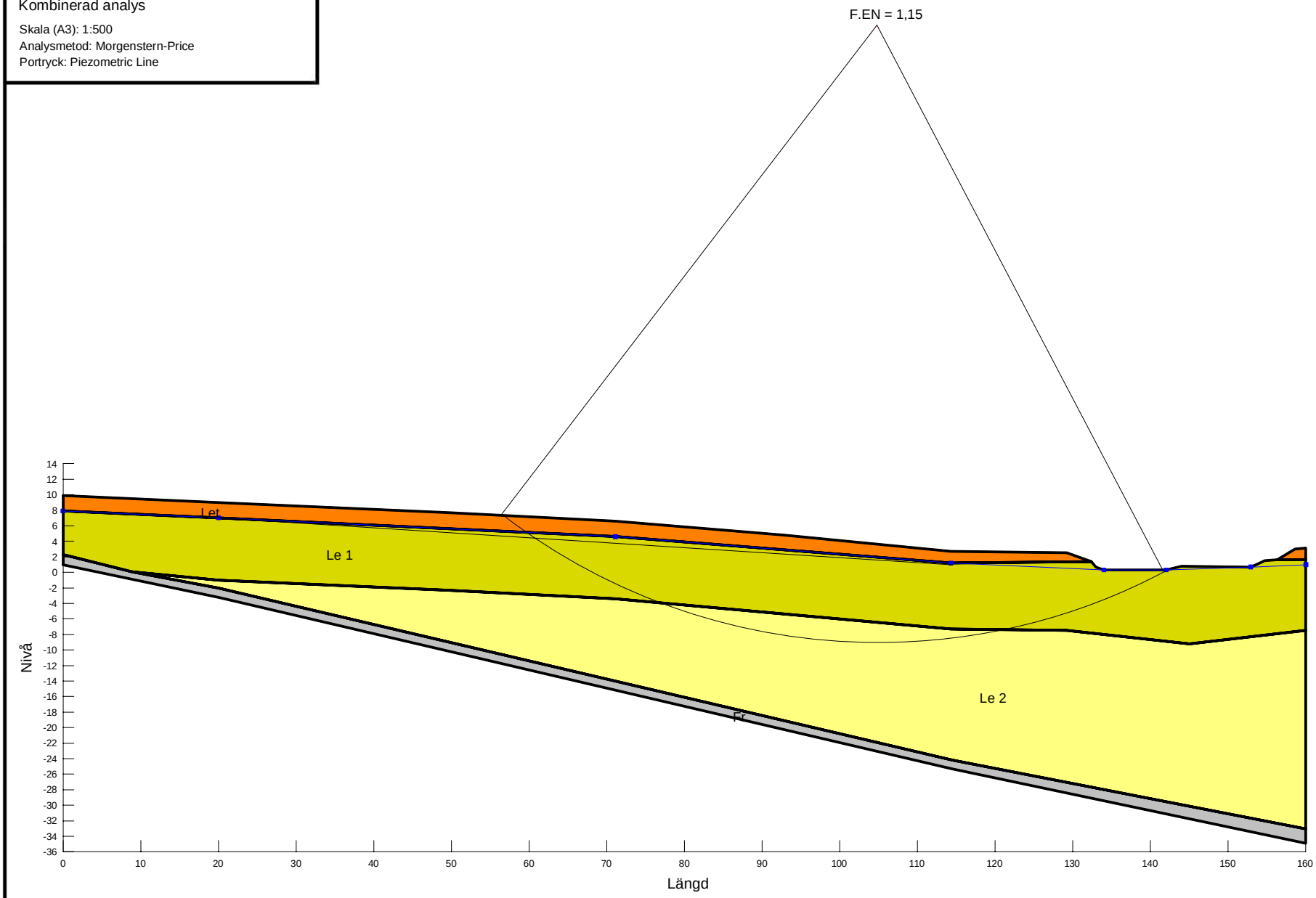
Norconsult

Kungsbacka, Tölö Ängar Syd
Uppdragsnummer: 104 25 09

Sektion 2
Befintliga förhållanden
Kombinerad analys

Skala (A3): 1:500
Analysmetod: Morgenstern-Price
Portryck: Piezometric Line

Bilaga 1:3



Name: Let
Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 17 kN/m³
Phi: 23.9 °
Cu-Top of Layer: 16.7 kPa
Cu-Rate of Change: 0 kPa/m
C/Cu Ratio: 0.115

Name: Le 1
Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 16 kN/m³
Phi: 23.9 °
Cu-Top of Layer: 8 kPa
Cu-Rate of Change: 0.5 kPa/m
C/Cu Ratio: 0.115

Name: Le 2
Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 16.5 kN/m³
Phi: 23.9 °
Cu-Top of Layer: 12 kPa
Cu-Rate of Change: 1.2 kPa/m
C/Cu Ratio: 0.115

Name: Fr
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³
Phi: 27.4 °

Datum: 2016-06-14 09:58:56
Senast editerad av: Pettersson Mathias
Sökväg: N:\104\25\1042509\5 Arbetsmaterial\04 Beräkningar\G\Stabilitet\Sektion 2\Sek 2 bef komb.gsz

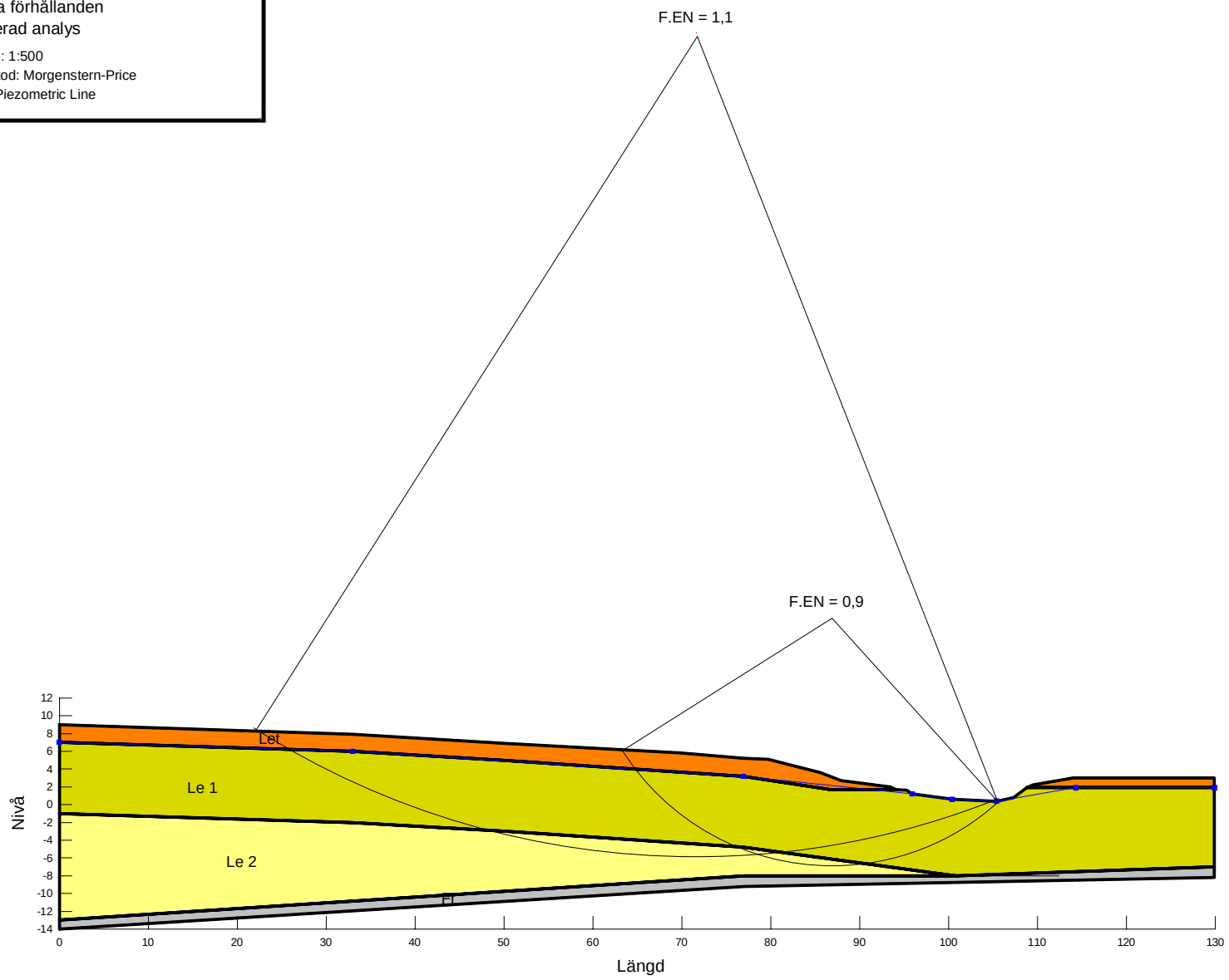
Norconsult

Kungsbacka, Tölö Ängar Syd
Uppdragsnummer: 104 25 09

Sektion 3
Befintliga förhållanden
Kombinerad analys

Skala (A3): 1:500
Analysmetod: Morgenstern-Price
Portryck: Piezometric Line

Bilaga 1:4



Name: Let
Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 17 kN/m³
Phi: 23.9 °
Cu-Top of Layer: 16.7 kPa
Cu-Rate of Change: 0 kPa/m
C/Cu Ratio: 0.115

Name: Le 1
Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 16 kN/m³
Phi: 23.9 °
Cu-Top of Layer: 8.7 kPa
Cu-Rate of Change: 0.5 kPa/m
C/Cu Ratio: 0.115

Name: Le 2
Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 16.5 kN/m³
Phi: 23.9 °
Cu-Top of Layer: 12.7 kPa
Cu-Rate of Change: 1.5 kPa/m
C/Cu Ratio: 0.115

Name: Fr
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³
Phi: 27.4 °

Datum: 2016-07-04 09:56:14
Senast editerad av: Pettersson Mathias
Sökväg: N:\104\25\1042509\5 Arbetsmaterial\04 Beräkningar\G\Stabilitet\Sektion 3\Sek 3 bef komb.gsz

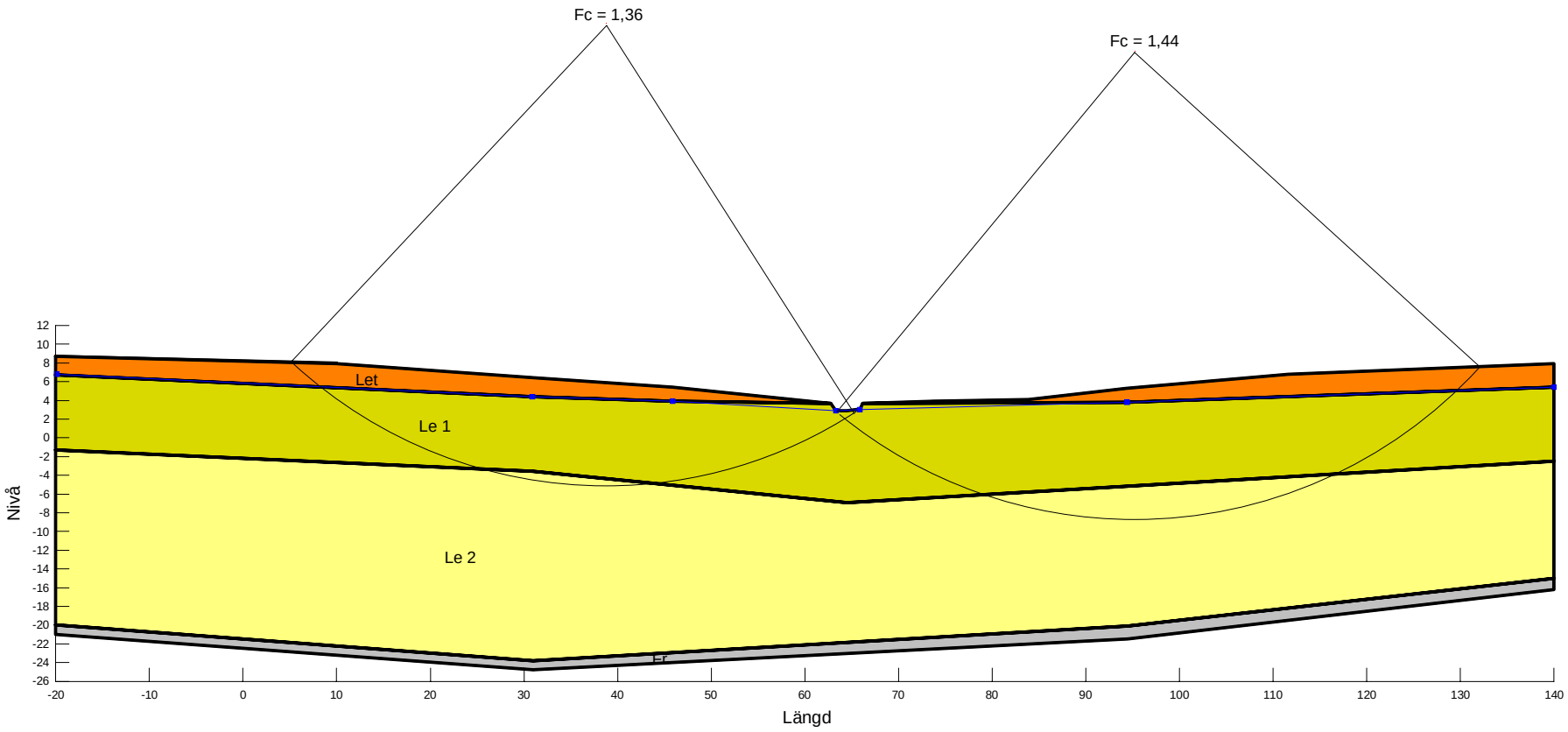
Norconsult

Kungsbacka, Tölö Ängar Syd
Uppdragsnummer: 104 25 09

Sektion 4
Befintliga förhållanden
Kombinerad analys

Skala (A3): 1:500
Analysmetod: Morgenstern-Price
Portryck: Piezometric Line

Bilaga 1:5



Name: Let
Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 17 kN/m³
Phi: 23.9 °
Cu-Top of Layer: 16.7 kPa
Cu-Rate of Change: 0 kPa/m
C/Cu Ratio: 0.115

Name: Le 1
Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 16 kN/m³
Phi: 23.9 °
Cu-Top of Layer: 8 kPa
Cu-Rate of Change: 0.5 kPa/m
C/Cu Ratio: 0.115

Name: Le 2
Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 16.5 kN/m³
Phi: 23.9 °
Cu-Top of Layer: 12 kPa
Cu-Rate of Change: 1.2 kPa/m
C/Cu Ratio: 0.115

Name: Fr
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³
Phi: 27.4 °

Datum: 2016-06-14 11:27:32
Senast editerad av: Pettersson Mathias
Sökväg: N:\104\25\1042509\5 Arbetsmaterial\04 Beräkningar\G\Stabilitet\Sektion 4\Sek 4 bef komb.gsz

Norconsult

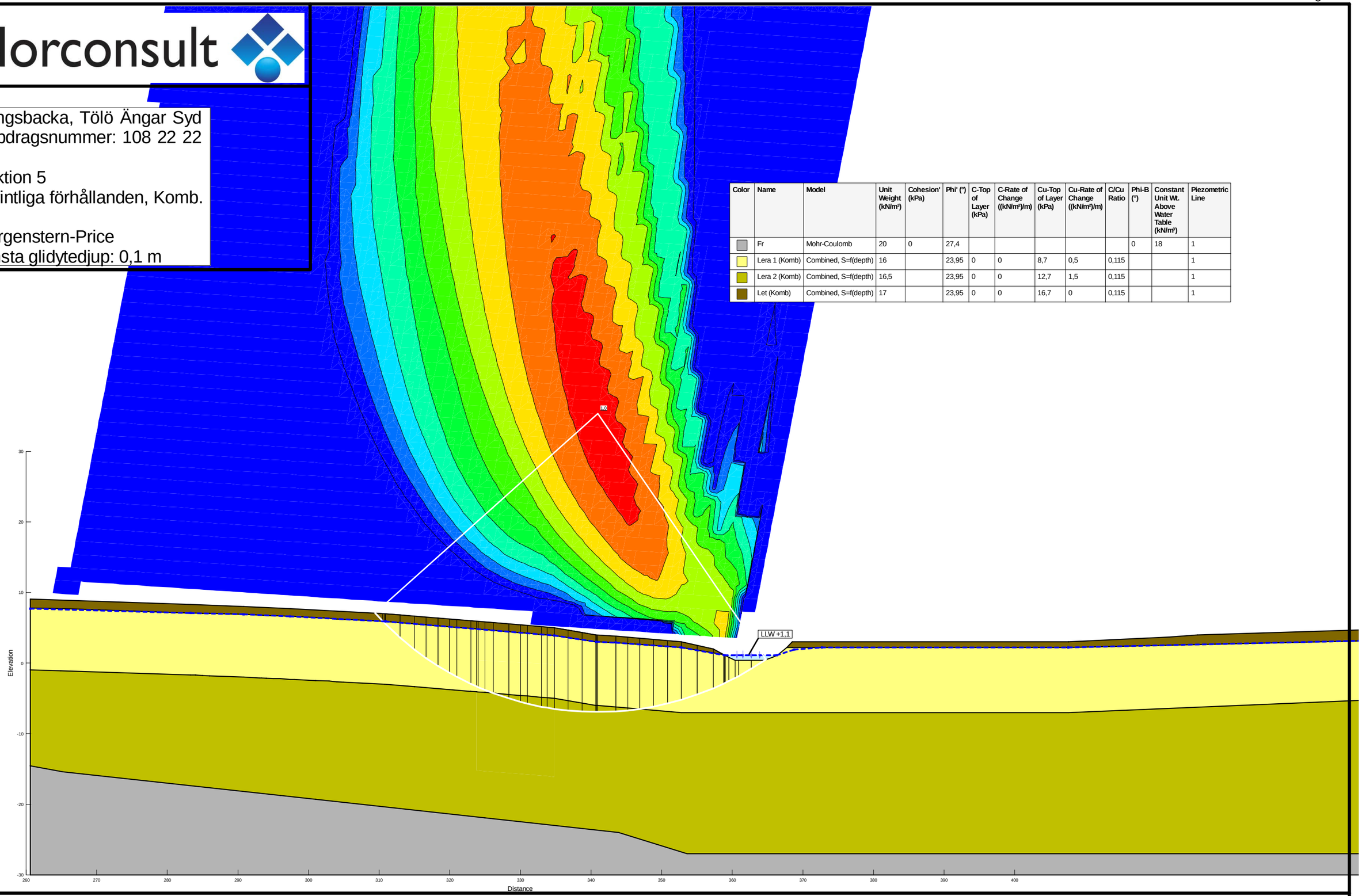
Norconsult

Kungsbacka, Tölö Ängar Syd
Uppdragsnummer: 108 22 22

Sektion 5
Befintliga förhållanden, Komb.

Morgenstern-Price
Minsta glidytedjup: 0,1 m

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)	Piezometric Line
	Fr	Mohr-Coulomb	20	0	27,4						0	18	1
	Lera 1 (Komb)	Combined, S=f(depth)	16		23,95	0	0	8,7	0,5	0,115			1
	Lera 2 (Komb)	Combined, S=f(depth)	16,5		23,95	0	0	12,7	1,5	0,115			1
	Let (Komb)	Combined, S=f(depth)	17		23,95	0	0	16,7	0	0,115			1



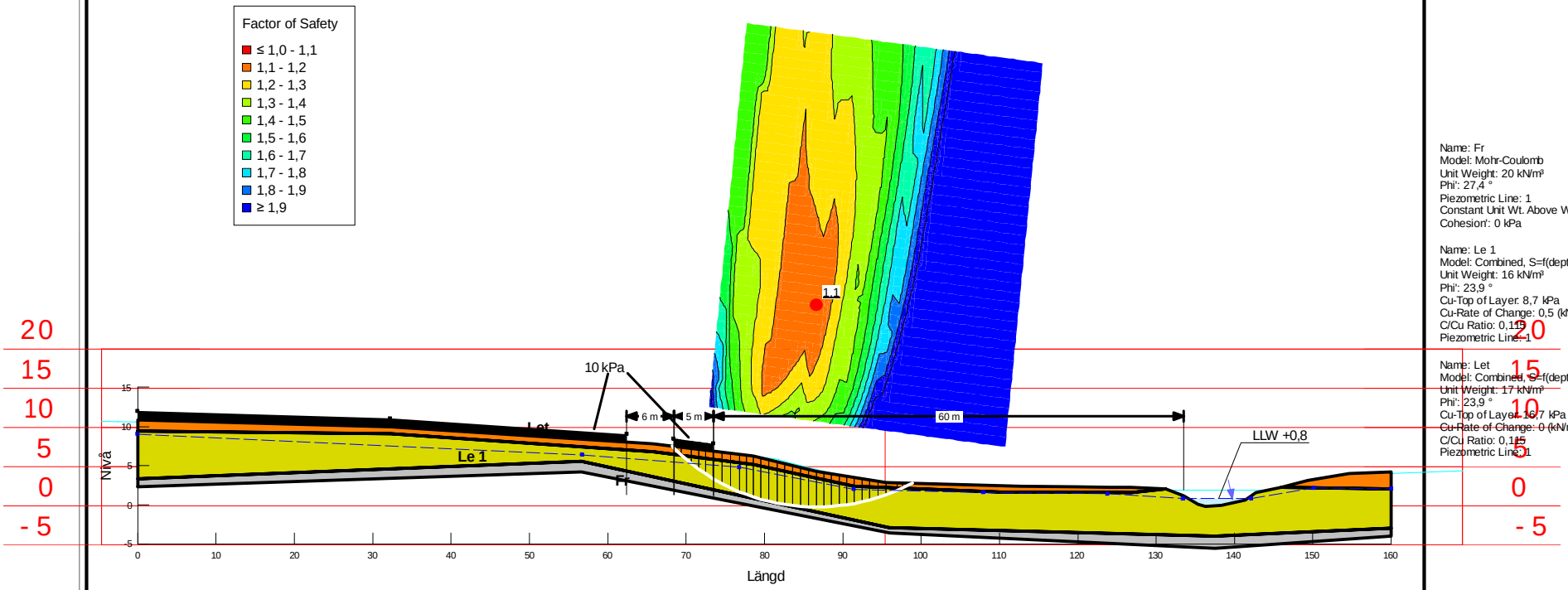
N:\108\22\1082222\5 Arbetsmaterial\03 Beräkningar\G\Stabilitet\ Sektion 5 och B-F.gsz
Senast redigerad: 2022-09-22, 14:29:04
Skapad av: Marcus Berghamn Claesson

Skala (A3): 1:500

Kungsbacka, Tölö Ängar Syd
Uppdragsnummer: 104 25 09

Sektion 0
Framtida Förhållanden
Kombinerad analys

Skala (A3): 1:800
Analysmetod: Morgenstern-Price
Portryck: Piezometric Line



Name: Fr
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Phi': 27,4 °
Piezometric Line: 1
Constant Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³
Cohesion': 0 kPa

Name: Le 1
Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 16 kN/m³
Phi': 23,9 °
Cu-Top of Layer: 8,7 kPa
Cu-Rate of Change: 0,5 (kN/m²)/m
C/Cu Ratio: 0,115
Piezometric Line: 1

Name: Let
Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 17 kN/m³
Phi': 23,9 °
Cu-Top of Layer: 16,7 kPa
Cu-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
C/Cu Ratio: 0,115
Piezometric Line: 1

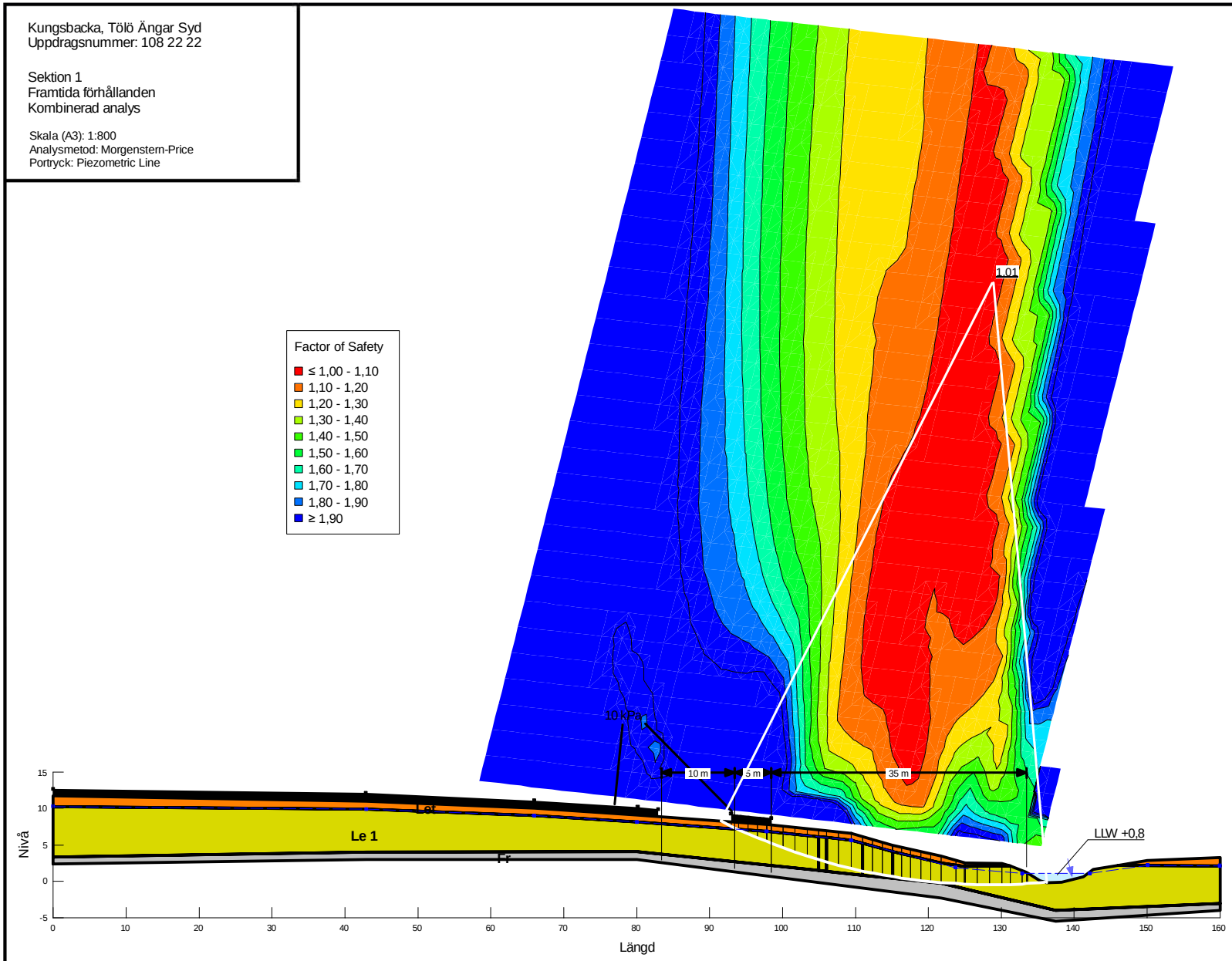
Datum: 2022-09-21 09:36:32
Senast editerad av: Marcus Berghamn Claesson
Sökväg: N:\108\22\1082222\5 Arbetsmaterial\03 Beräkningar\G\Stabilitet\Sek 0 & Ny Sek1.gsz

Norconsult

Kungsbacka, Tölö Ängar Syd
Uppdragsnummer: 108 22 22

Sektion 1
Framtida förhållanden
Kombinerad analys

Skala (A3): 1:800
Analysmetod: Morgenstern-Price
Portryck: Piezometric Line



Name: Let
Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 17 kN/m³
Phi': 23,9 °
Cu-Top of Layer: 16,7 kPa
Cu-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
C/Cu Ratio: 0,115

Name: Le 1
Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 16 kN/m³
Phi': 23,9 °
Cu-Top of Layer: 8,7 kPa
Cu-Rate of Change: 0,5 (kN/m²)/m
C/Cu Ratio: 0,115

Name: Fr
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Constant Unit Wt. Above Water Table: 1[illegible] kN/m³
Phi': 27,4 °

Datum: 2022-09-12 10:54:43
Senast editerad av: Marcus Berghamn Claesson
Sökväg: N:\108\22\1082222\5 Arbetsmaterial\03 Beräkningar\G\Stabilitet\Sek 1.gsz

Norconsult

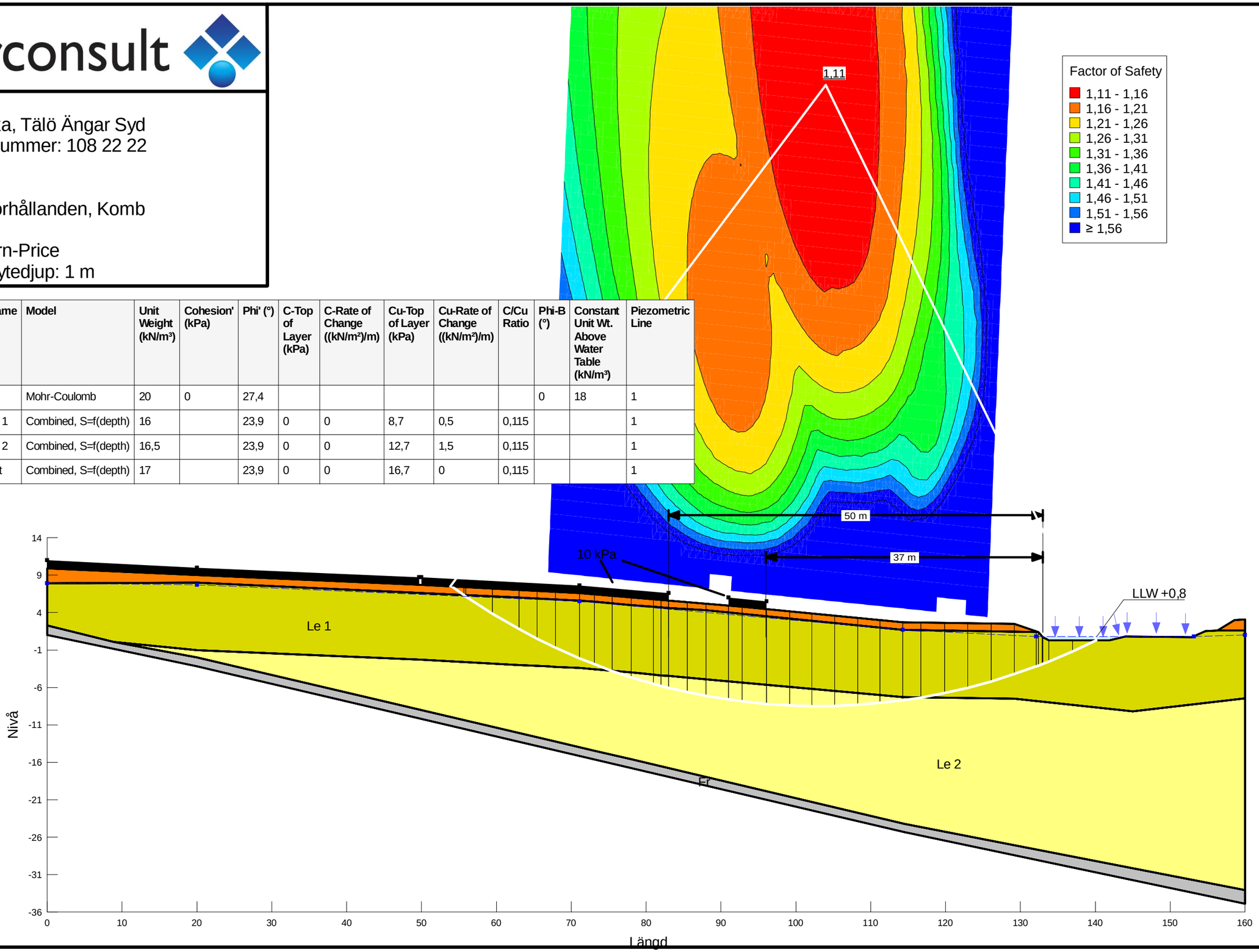
Norconsult

Kungsbacka, Tälö Ängar Syd
Uppdragsnummer: 108 22 22

Sektion 2
Framtida förhållanden, Komb

Morgenstern-Price
Minsta glidytedjup: 1 m

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)	Piezometric Line
	Fr	Mohr-Coulomb	20	0	27,4						0	18	1
	Le 1	Combined, S=f(depth)	16		23,9	0	0	8,7	0,5	0,115			1
	Le 2	Combined, S=f(depth)	16,5		23,9	0	0	12,7	1,5	0,115			1
	Let	Combined, S=f(depth)	17		23,9	0	0	16,7	0	0,115			1



N:\108\22\1082222\5 Arbetsmaterial\03 Beräkningar\G\Stabilitet\ Sek 2.gsz
Senast redigerad: 2022-09-22, 16:58:24
Skapad av: Marcus Berghamn Claesson

Skala (A3): 1:500

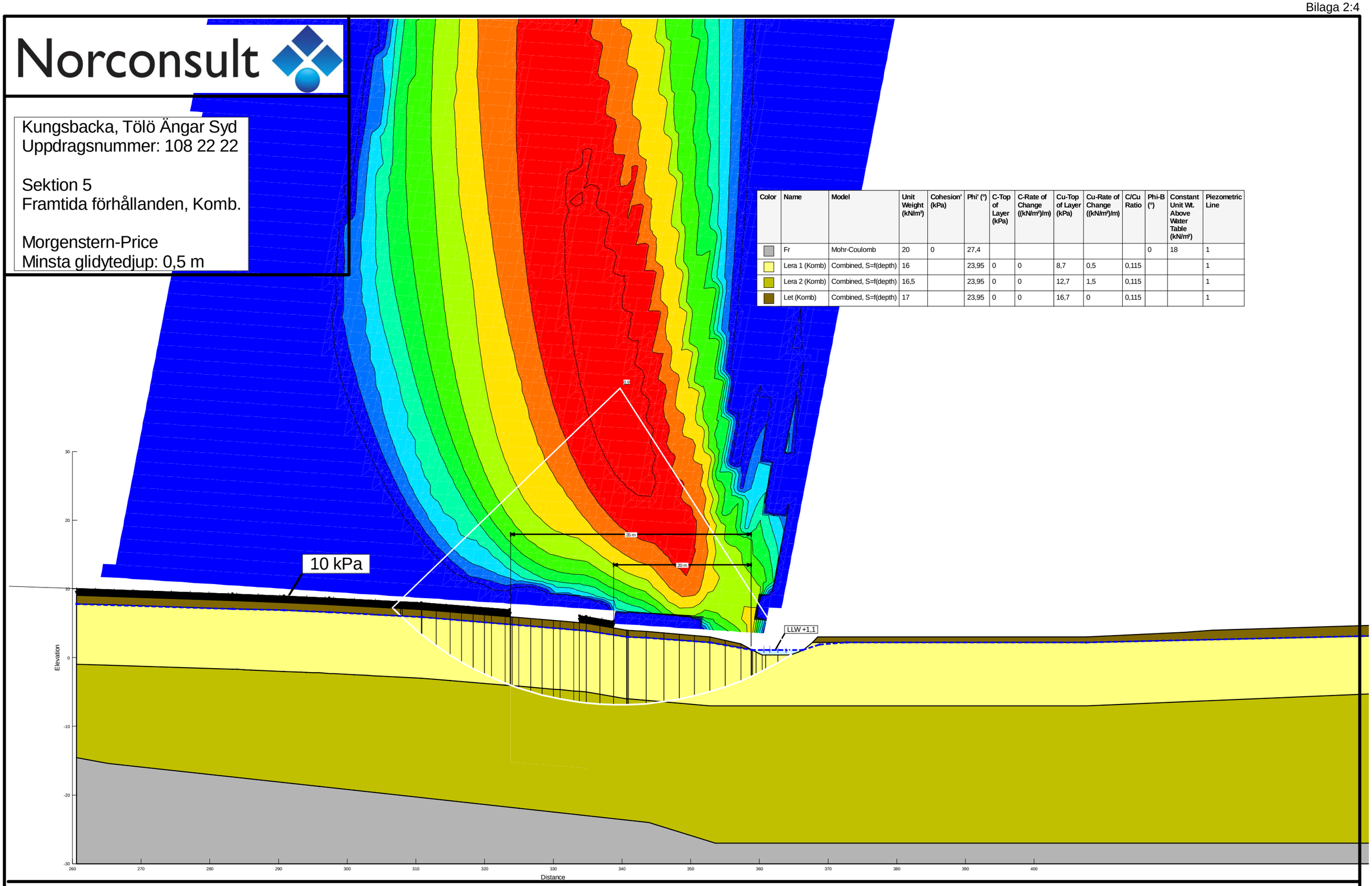
Norconsult

Kungsbacka, Tölö Ängar Syd
Uppdragsnummer: 108 22 22

Sektion 5
Framtida förhållanden, Komb.

Morgenstern-Price
Minsta glidytedjup: 0,5 m

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)	Piezometric Line
	Fr	Mohr-Coulomb	20	0	27,4						0	18	1
	Lera 1 (Komb)	Combined, S=f(depth)	16		23,95	0	0	8,7	0,5	0,115			1
	Lera 2 (Komb)	Combined, S=f(depth)	16,5		23,95	0	0	12,7	1,5	0,115			1
	Let (Komb)	Combined, S=f(depth)	17		23,95	0	0	16,7	0	0,115			1



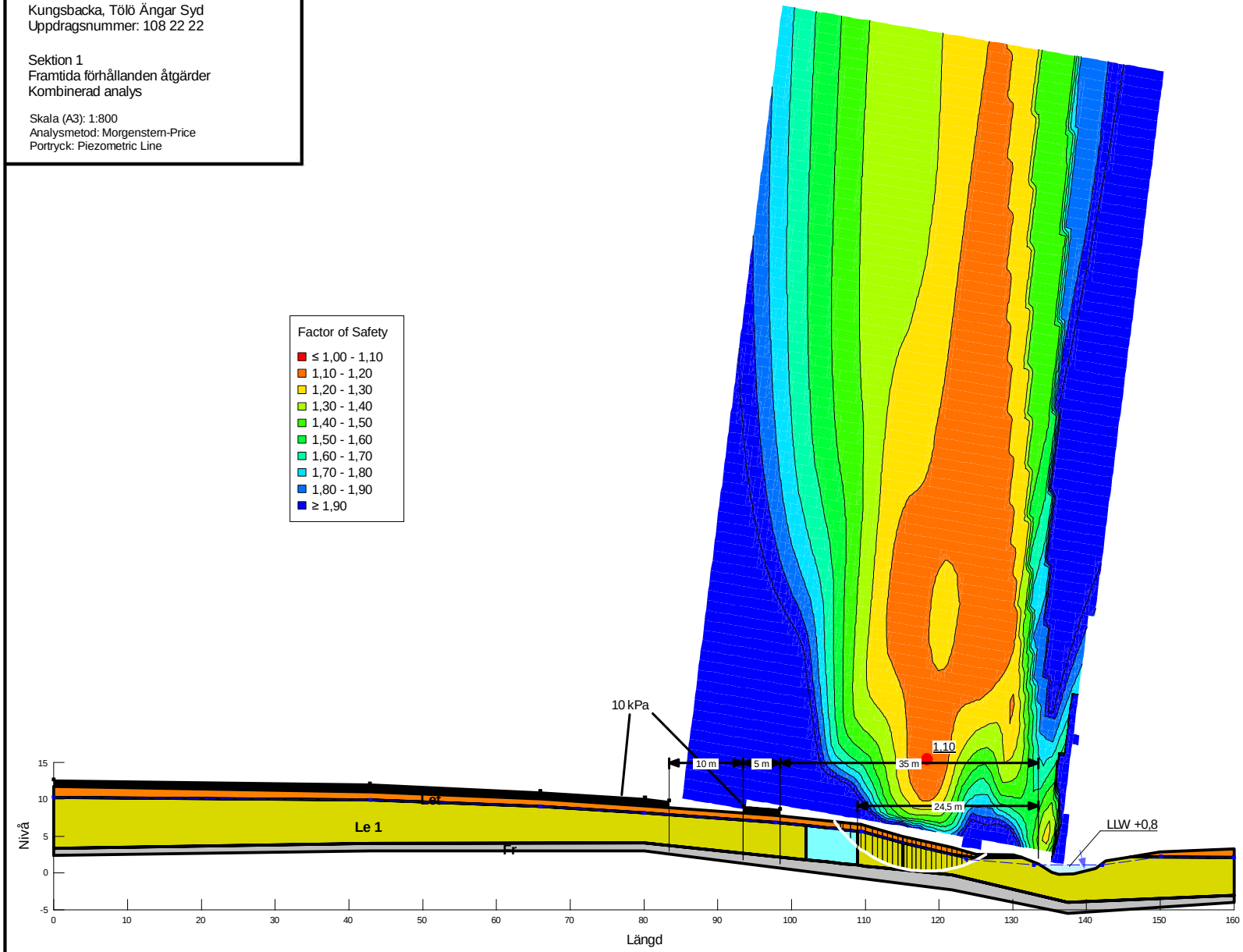
N:\108\22\1082222\5 Arbetsmaterial\03 Beräkningar\G\Stabilitet\ Sektion 5 och B-F.gsz
Senast redigerad: 2022-09-22, 14:29:04
Skapad av: Marcus Berghamn Claesson

Skala (A3): 1:500

Kungsbacka, Tölö Ängar Syd
Uppdragsnummer: 108 22 22

Sektion 1
Framtida förhållanden åtgärder
Kombinerad analys

Skala (A3): 1:800
Analysmetod: Morgenstern-Price
Portryck: Piezometric Line



Name: Let
Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 17 kN/m³
Phi': 23,9 °
Cu-Top of Layer: 16,7 kPa
Cu-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
C/Cu Ratio: 0,115

Name: Le 1
Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 16 kN/m³
Phi': 23,9 °
Cu-Top of Layer: 8,7 kPa
Cu-Rate of Change: 0,5 (kN/m²)/m
C/Cu Ratio: 0,115

Name: Fr
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Constant Unit Wt. Above Water Table: 1[illegible] kN/m³
Phi': 27,4 °

Datum: 2022-09-21 09:53:46
Senast editerad av: Marcus Berghamn Claesson
Sökväg: N:\108\22\1082222\5 Arbetsmaterial\03 Beräkningar\G\Stabilitet\Sek 1.gsz

Norconsult

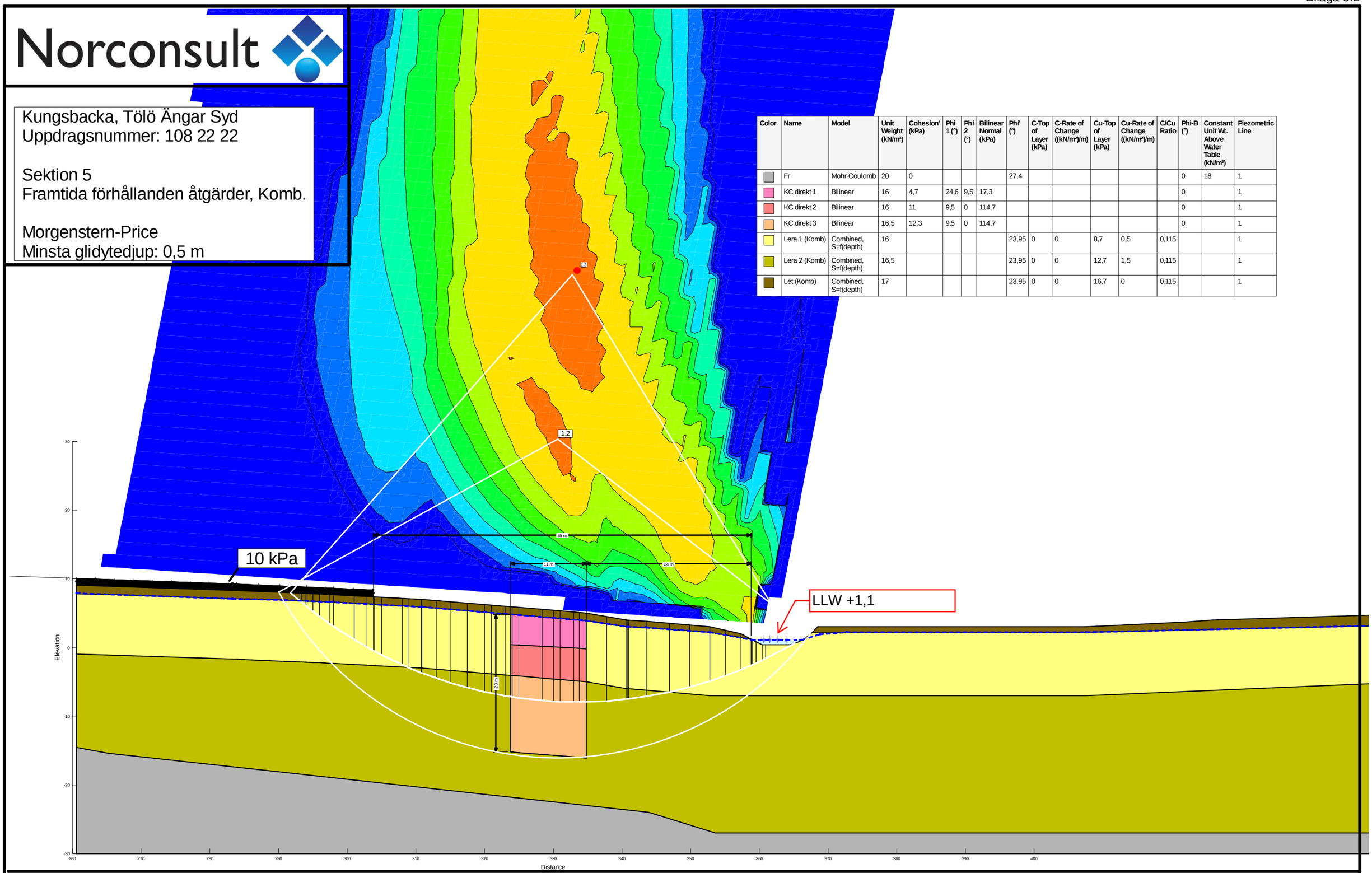
Norconsult

Kungsbacka, Tölö Ängar Syd
Uppdragsnummer: 108 22 22

Sektion 5
Framtida förhållanden åtgärder, Komb.

Morgenstern-Price
Minsta glidytedjup: 0,5 m

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion' (kPa)	Phi 1 (°)	Phi 2 (°)	Bilinear Normal (kPa)	Phi' (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)	Piezometric Line
	Fr	Mohr-Coulomb	20	0				27,4						0	18	1
	KC direkt 1	Bilinear	16	4,7	24,6	9,5	17,3							0		1
	KC direkt 2	Bilinear	16	11	9,5	0	114,7							0		1
	KC direkt 3	Bilinear	16,5	12,3	9,5	0	114,7							0		1
	Lera 1 (Komb)	Combined, S=f(depth)	16					23,95	0	0	8,7	0,5	0,115			1
	Lera 2 (Komb)	Combined, S=f(depth)	16,5					23,95	0	0	12,7	1,5	0,115			1
	Let (Komb)	Combined, S=f(depth)	17					23,95	0	0	16,7	0	0,115			1



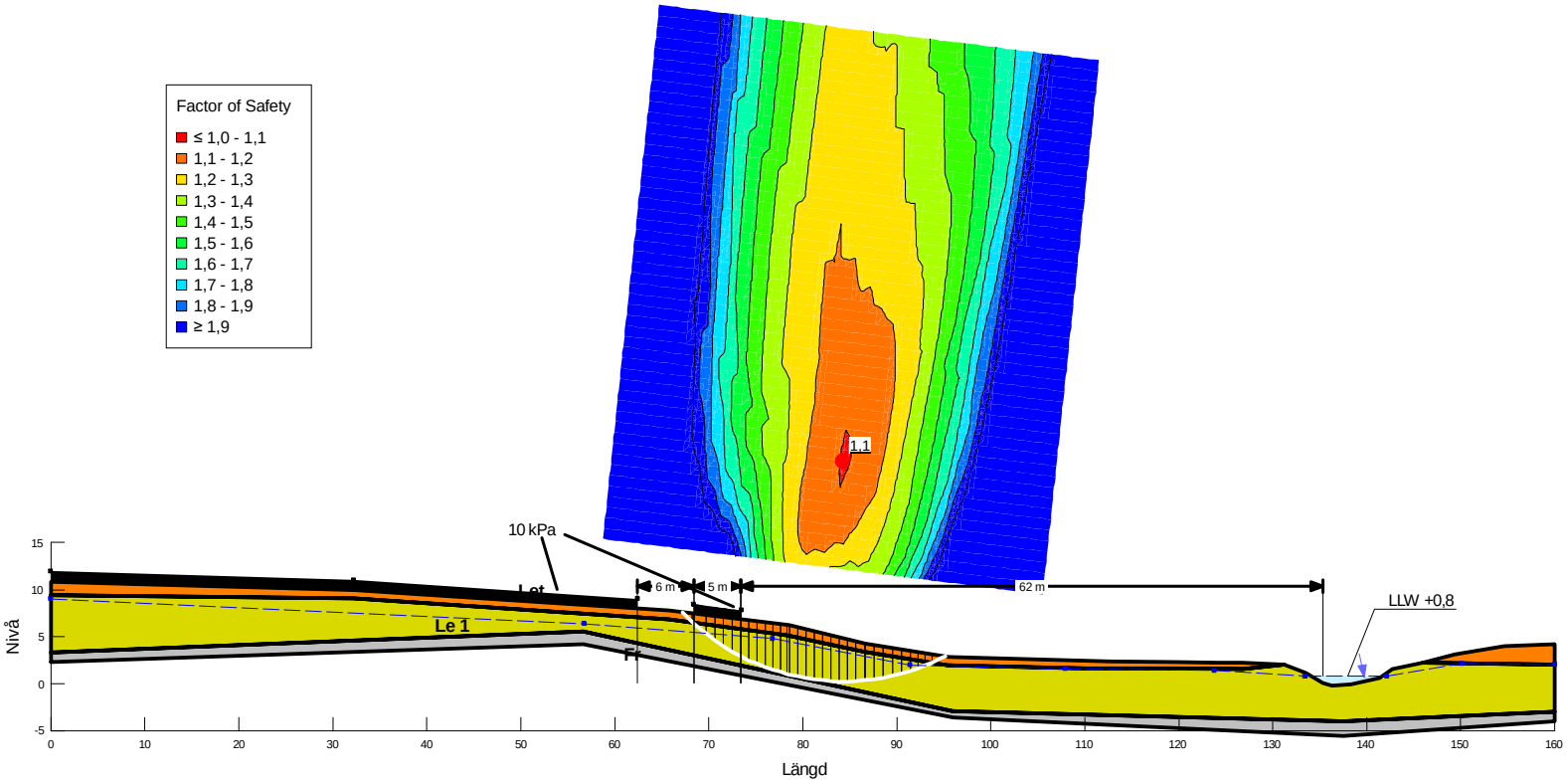
N:\108\22\1082222\5 Arbetsmaterial\03 Beräkningar\G\Stabilitet\ Sektion 5 och B-F.gsz
Senast redigerad: 2022-09-29, 14:14:51
Skapad av: Marcus Berghamn Claesson

Skala (A3): 1:500

Kungsbacka, Tölö Ängar Syd
Uppdragsnummer: 104 25 09

Kompletterande Sektion A
Framtida förhållanden
Kombinerad analys

Skala (A3): 1:800
Analysmetod: Morgenstern-Price
Portryck: Piezometric Line



Name: Fr
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Phi': 27,4 °
Piezometric Line: 1
Constant Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³
Cohesion': 0 kPa

Name: Le 1
Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 16 kN/m³
Phi': 23,9 °
Cu-Top of Layer: 8,7 kPa
Cu-Rate of Change: 0,5 (kN/m²)/m
C/Cu Ratio: 0,115
Piezometric Line: 1

Name: Let
Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 17 kN/m³
Phi': 23,9 °
Cu-Top of Layer: 16,7 kPa
Cu-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
C/Cu Ratio: 0,115
Piezometric Line: 1

Datum: 2022-09-21 09:36:32
Senast editerad av: Marcus Berghamn Claesson
Sökväg: N:\108\22\1082222\5 Arbetsmaterial\03 Beräkningar\G\Stabilitet\Sek 0 & Ny Sek1.gsz

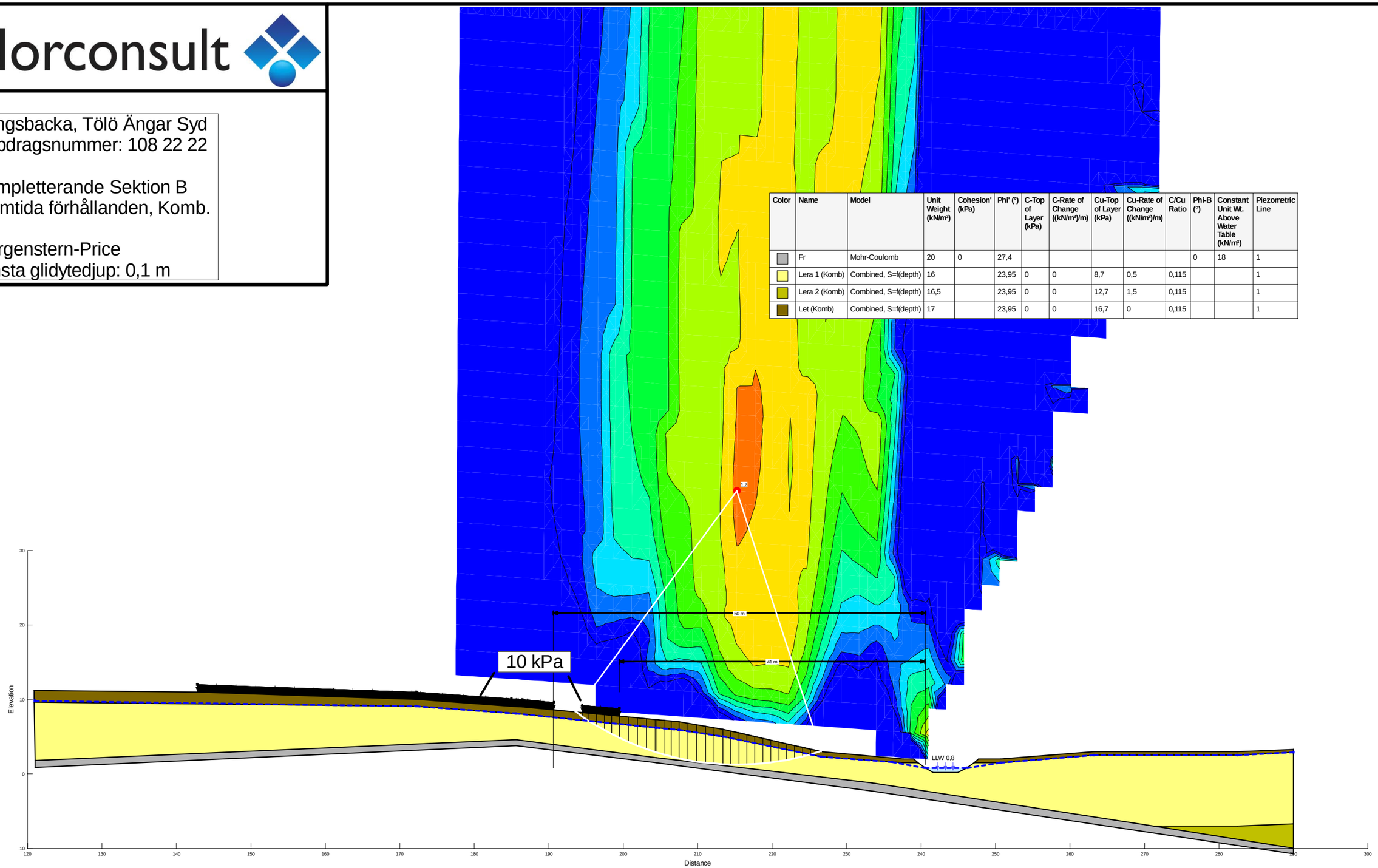
Norconsult

Norconsult

Kungsbacka, Tölö Ängar Syd
Uppdragsnummer: 108 22 22

Kompletterande Sektion B
Framtida förhållanden, Komb.

Morgenstern-Price
Minsta glidytedjup: 0,1 m



Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)	Piezometric Line
	Fr	Mohr-Coulomb	20	0	27,4						0	18	1
	Lera 1 (Komb)	Combined, S=f(depth)	16		23,95	0	0	8,7	0,5	0,115			1
	Lera 2 (Komb)	Combined, S=f(depth)	16,5		23,95	0	0	12,7	1,5	0,115			1
	Let (Komb)	Combined, S=f(depth)	17		23,95	0	0	16,7	0	0,115			1

N:\108\22\1082222\5 Arbetsmaterial\03 Beräkningar\G\Stabilitet\ Sektion 5 och B-F.gsz
Senast redigerad: 2022-09-29, 14:14:51
Skapad av: Marcus Berghamn Claesson

Skala (A3): 1:500

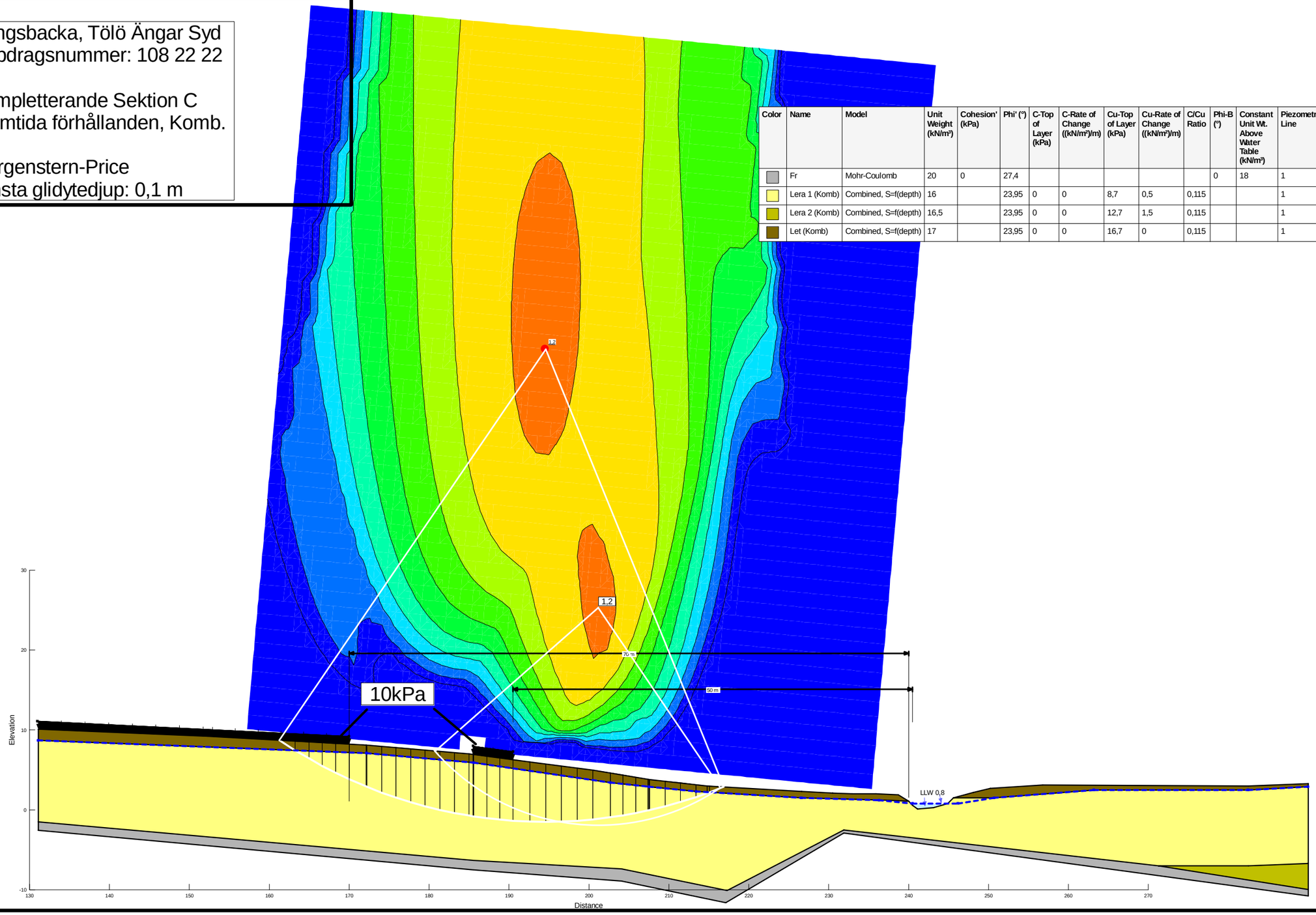
Norconsult

Kungsbacka, Tölö Ängar Syd
Uppdragsnummer: 108 22 22

Kompletterande Sektion C
Framtida förhållanden, Komb.

Morgenstern-Price
Minsta glidytedjup: 0,1 m

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)	Piezometric Line
	Fr	Mohr-Coulomb	20	0	27,4						0	18	1
	Lera 1 (Komb)	Combined, S=f(depth)	16		23,95	0	0	8,7	0,5	0,115			1
	Lera 2 (Komb)	Combined, S=f(depth)	16,5		23,95	0	0	12,7	1,5	0,115			1
	Let (Komb)	Combined, S=f(depth)	17		23,95	0	0	16,7	0	0,115			1



N:\108\22\1082222\5 Arbetsmaterial\03 Beräkningar\G\Stabilitet\ Sektion 5 och B-F.gsz
Senast redigerad: 2022-09-29, 14:14:51
Skapad av: Marcus Berghamn Claesson

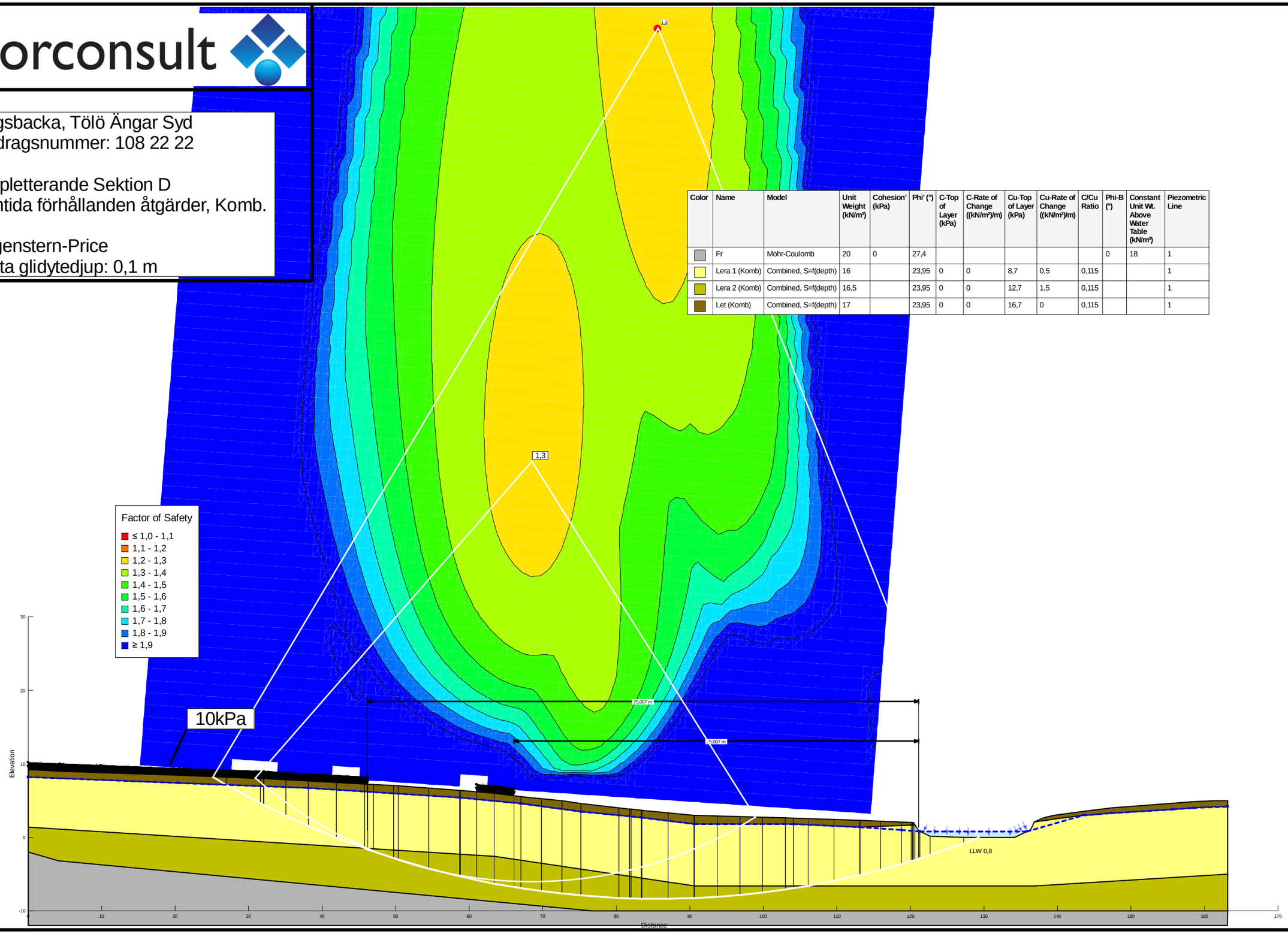
Skala (A3): 1:500

Norconsult

Kungsbacka, Tölö Ängar Syd
Uppdragsnummer: 108 22 22

Kompletterande Sektion D
Framtida förhållanden åtgärder, Komb.

Morgenstern-Price
Minsta glidytedjup: 0,1 m



Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)	Piezometric Line
	Fr	Mohr-Coulomb	20	0	27,4						0	18	1
	Lera 1 (Komb)	Combined, S=f(depth)	16		23,95	0	0	8,7	0,5	0,115			1
	Lera 2 (Komb)	Combined, S=f(depth)	16,5		23,95	0	0	12,7	1,5	0,115			1
	Let (Komb)	Combined, S=f(depth)	17		23,95	0	0	16,7	0	0,115			1

N:\108\22\1082222\5 Arbetsmaterial\03 Beräkningar\G\Stabilitet\ Sektion 5 och B-F.gsz
Senast redigerad: 2022-09-29, 14:14:51
Skapad av: Marcus Berghamn Claesson

Skala (A3): 1:500

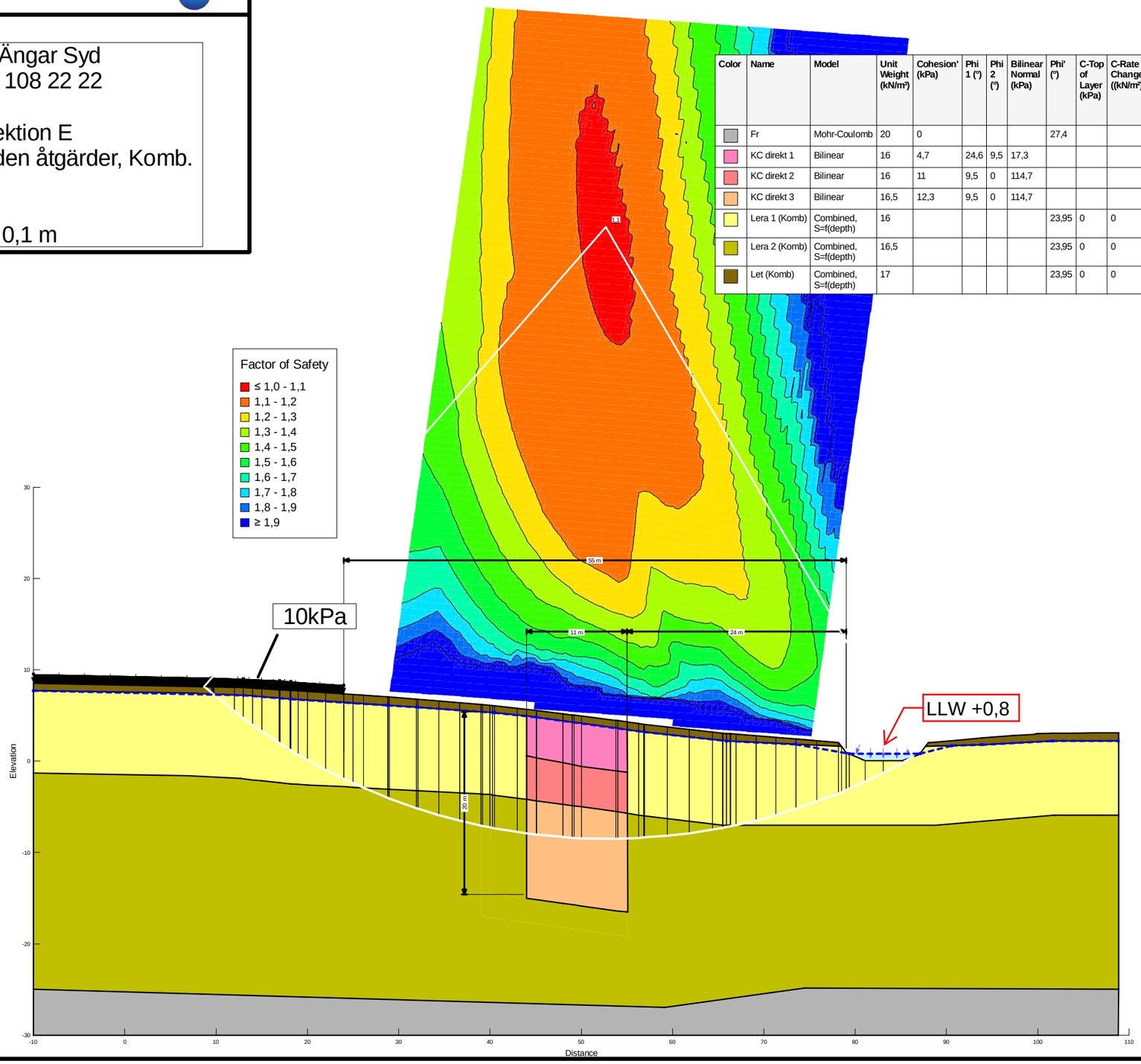
Norconsult

Kungsbacka, Tölö Ängar Syd
Uppdragsnummer: 108 22 22

Kompletterande Sektion E
Framtida förhållanden åtgärder, Komb.

Morgenstern-Price
Minsta glidytedjup: 0,1 m

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion' (kPa)	Phi 1 (°)	Phi 2 (°)	Bilinear Normal (kPa)	Phi' (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)	Piezometric Line
	Fr	Mohr-Coulomb	20	0				27,4						0	18	1
	KC direkt 1	Bilinear	16	4,7	24,6	9,5	17,3							0		1
	KC direkt 2	Bilinear	16	11	9,5	0	114,7							0		1
	KC direkt 3	Bilinear	16,5	12,3	9,5	0	114,7							0		1
	Lera 1 (Komb)	Combined, S=f(depth)	16					23,95	0	0	8,7	0,5	0,115			1
	Lera 2 (Komb)	Combined, S=f(depth)	16,5					23,95	0	0	12,7	1,5	0,115			1
	Let (Komb)	Combined, S=f(depth)	17					23,95	0	0	16,7	0	0,115			1



N:\108\22\1082222\5 Arbetsmaterial\03 Beräkningar\G\Stabilitet\ Sektion 5 och B-F.gsz
Senast redigerad: 2022-09-29, 14:14:51
Skapad av: Marcus Berghamn Claesson

Skala (A3): 1:500

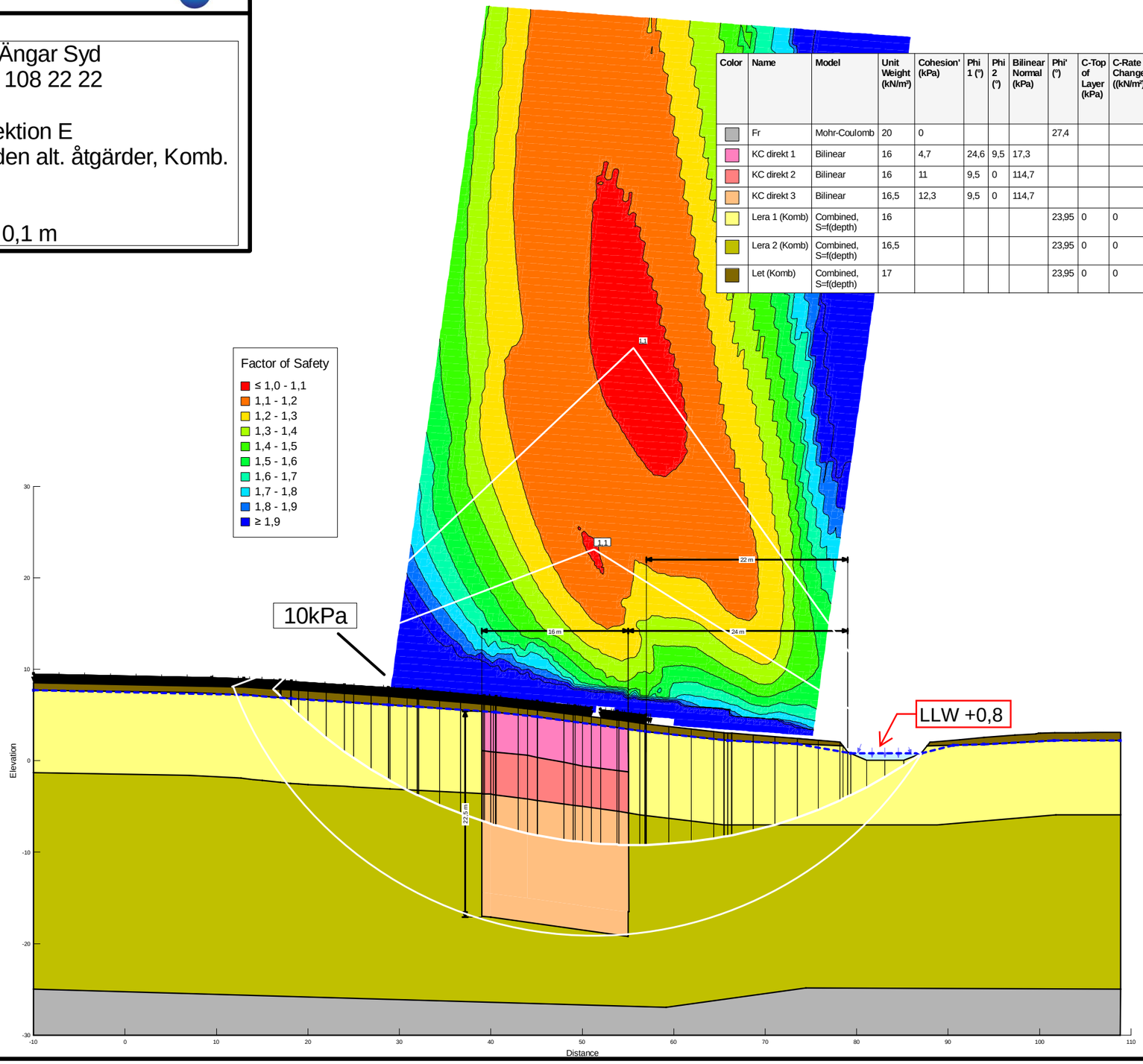
Norconsult

Kungsbacka, Tölö Ängar Syd
Uppdragsnummer: 108 22 22

Kompletterande Sektion E
Framtida förhållanden alt. åtgärder, Komb.

Morgenstern-Price
Minsta glidytedjup: 0,1 m

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion' (kPa)	Phi 1 (°)	Phi 2 (°)	Bilinear Normal (kPa)	Phi' (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)	Piezometric Line
	Fr	Mohr-Coulomb	20	0				27,4						0	18	1
	KC direkt 1	Bilinear	16	4,7	24,6	9,5	17,3							0		1
	KC direkt 2	Bilinear	16	11	9,5	0	114,7							0		1
	KC direkt 3	Bilinear	16,5	12,3	9,5	0	114,7							0		1
	Lera 1 (Komb)	Combined, S=f(depth)	16					23,95	0	0	8,7	0,5	0,115			1
	Lera 2 (Komb)	Combined, S=f(depth)	16,5					23,95	0	0	12,7	1,5	0,115			1
	Let (Komb)	Combined, S=f(depth)	17					23,95	0	0	16,7	0	0,115			1



N:\108\22\1082222\5 Arbetsmaterial\03 Beräkningar\G\Stabilitet\ Sektion 5 och B-F.gsz
Senast redigerad: 2022-09-29, 14:14:51
Skapad av: Marcus Berghamn Claesson

Skala (A3): 1:500

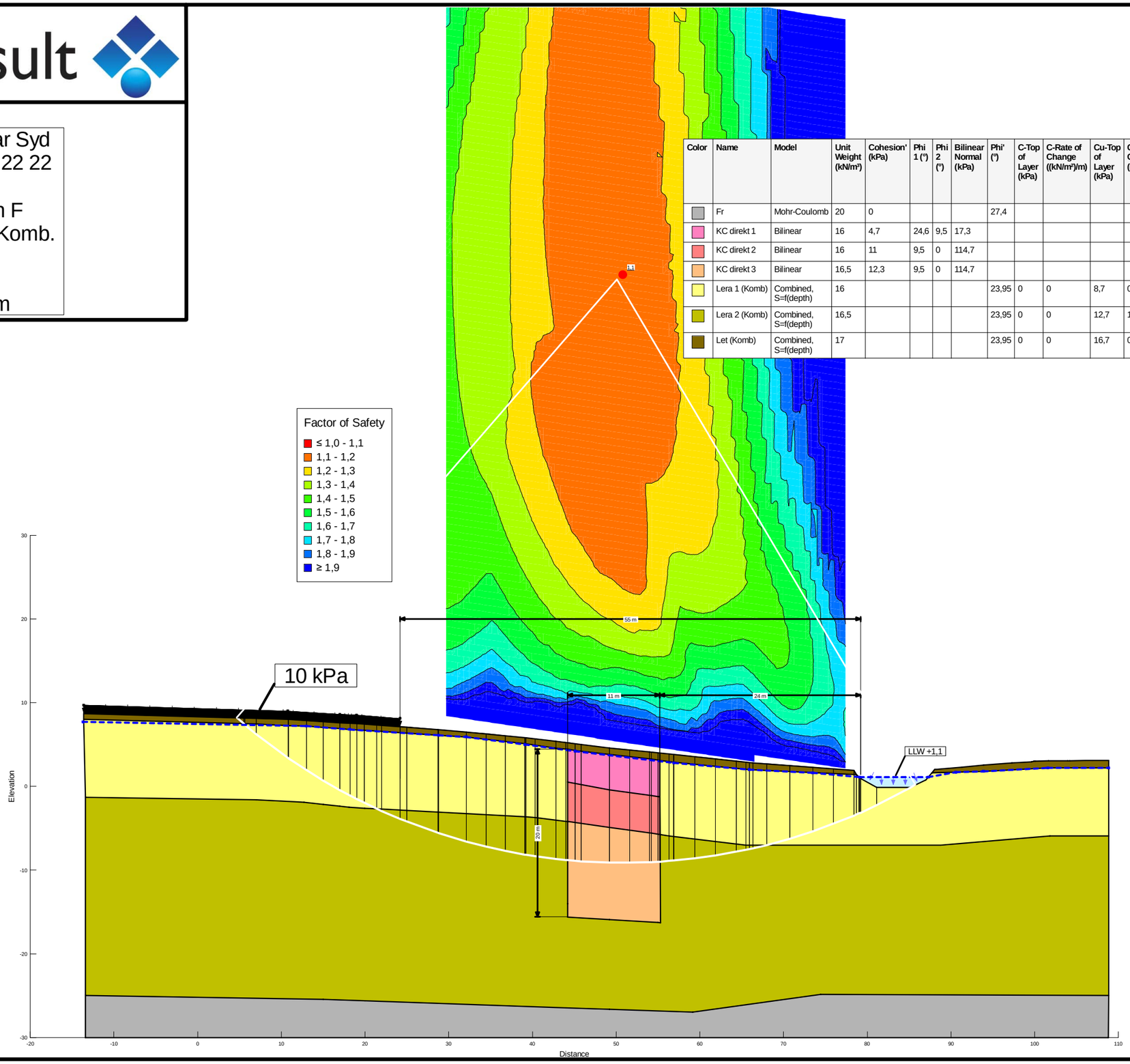
Norconsult

Kungsbacka, Tölö Ängar Syd
Uppdragsnummer: 108 22 22

Kompletterande Sektion F
Framtida förhållanden, Komb.

Morgenstern-Price
Minsta glidytedjup: 0,1 m

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion' (kPa)	Phi 1 (°)	Phi 2 (°)	Bilinear Normal (kPa)	Phi' (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)	Piezometric Line
	Fr	Mohr-Coulomb	20	0				27,4						0	18	1
	KC direkt 1	Bilinear	16	4,7	24,6	9,5	17,3							0		1
	KC direkt 2	Bilinear	16	11	9,5	0	114,7							0		1
	KC direkt 3	Bilinear	16,5	12,3	9,5	0	114,7							0		1
	Lera 1 (Komb)	Combined, S=f(depth)	16					23,95	0	0	8,7	0,5	0,115			1
	Lera 2 (Komb)	Combined, S=f(depth)	16,5					23,95	0	0	12,7	1,5	0,115			1
	Let (Komb)	Combined, S=f(depth)	17					23,95	0	0	16,7	0	0,115			1



N:\108\22\1082222\5 Arbetsmaterial\03 Beräkningar\G\Stabilitet\ Sektion 5 och B-F.gsz
Senast redigerad: 2022-09-29, 14:14:51
Skapad av: Marcus Berghamn Claesson

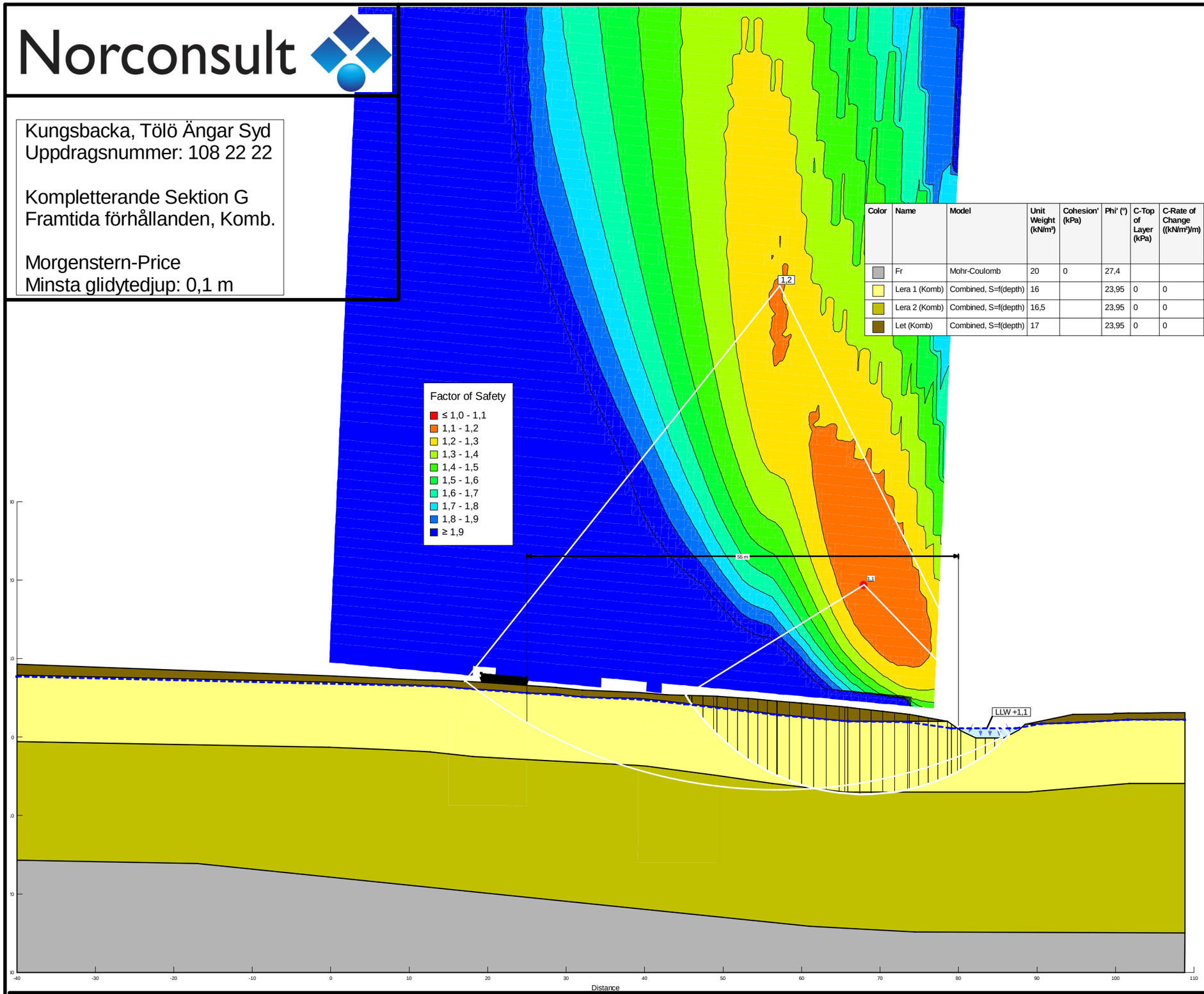
Skala (A3): 1:500

Norconsult

Kungsbacka, Tölö Ängar Syd
Uppdragsnummer: 108 22 22

Kompletterande Sektion G
Framtida förhållanden, Komb.

Morgenstern-Price
Minsta glidytedjup: 0,1 m



Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)	Piezometric Line
	Fr	Mohr-Coulomb	20	0	27,4						0	18	1
	Lera 1 (Komb)	Combined, S=f(depth)	16		23,95	0	0	8,7	0,5	0,115			1
	Lera 2 (Komb)	Combined, S=f(depth)	16,5		23,95	0	0	12,7	1,5	0,115			1
	Let (Komb)	Combined, S=f(depth)	17		23,95	0	0	16,7	0	0,115			1

N:\108\22\1082222\5 Arbetsmaterial\03 Beräkningar\G\Stabilitet\ Sektion 5 och B-F.gsz
Senast redigerad: 2022-09-29, 14:14:51
Skapad av: Marcus Berghamn Claesson

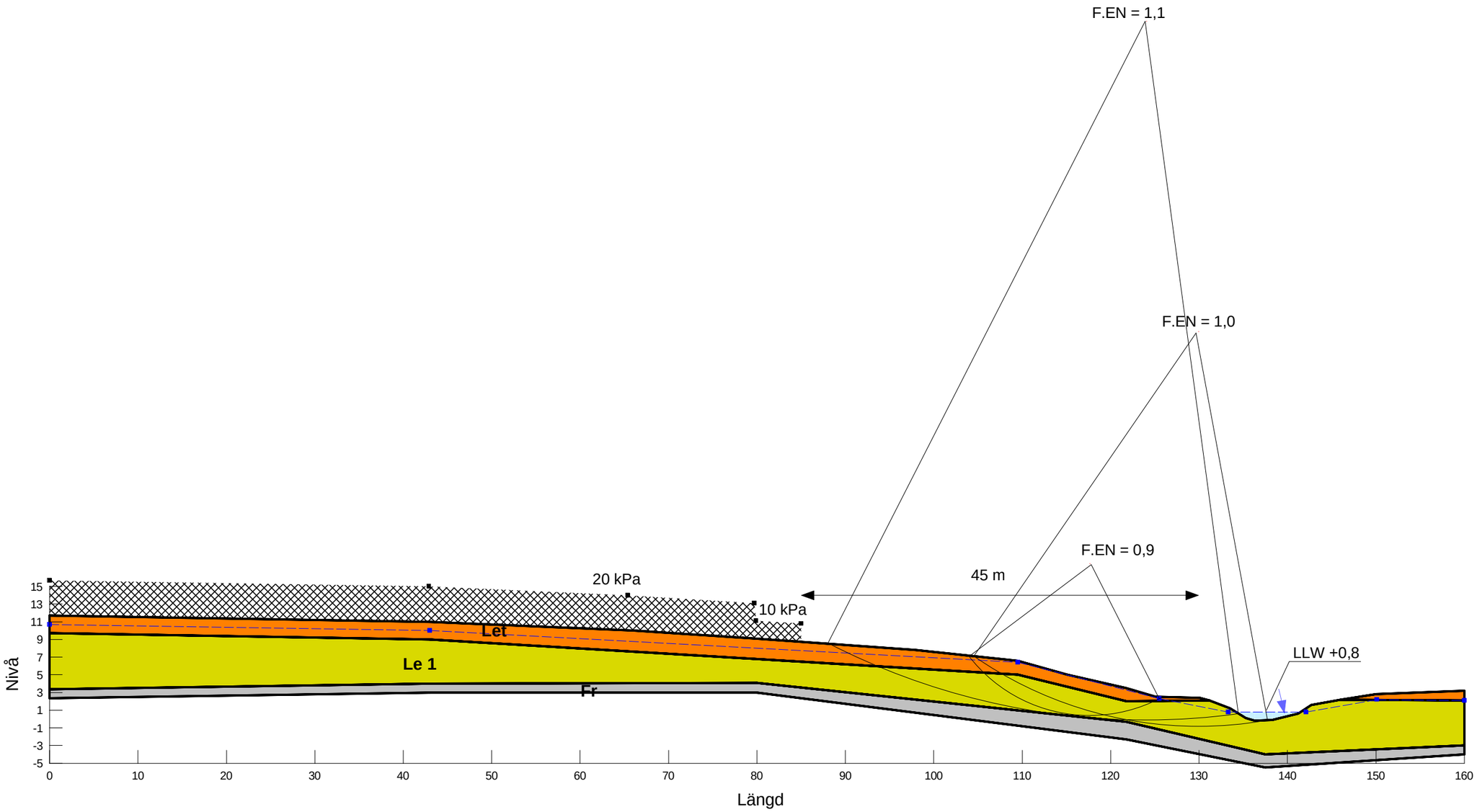
Skala (A3): 1:500

Kungsbacka, Tölö Ängar Syd
Uppdragsnummer: 104 25 09

Sektion 1
Lastrestriktioner - Förhöjd GV-yta
Kombinerad analys

Skala (A3): 1:500
Analysmetod: Morgenstern-Price
Portryck: Piezometric Line

Bilaga 4:1



Name: Let
Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 17 kN/m³
Phi: 23.9 °
Cu-Top of Layer: 16.7 kPa
Cu-Rate of Change: 0 kPa/m
C/Cu Ratio: 0.115

Name: Le 1
Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 16 kN/m³
Phi: 23.9 °
Cu-Top of Layer: 8.7 kPa
Cu-Rate of Change: 0.5 kPa/m
C/Cu Ratio: 0.115

Name: Fr
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³
Phi: 27.4 °

Datum: 2016-12-12 10:43:47
Senast editerad av: Pettersson Mathias
Sökväg: N:\104\25\1042509\5 Arbetsmaterial\04 Beräkningar\G\Stabilitet\Sektion 1\Sek 1 framtid komb hög GV.gsz

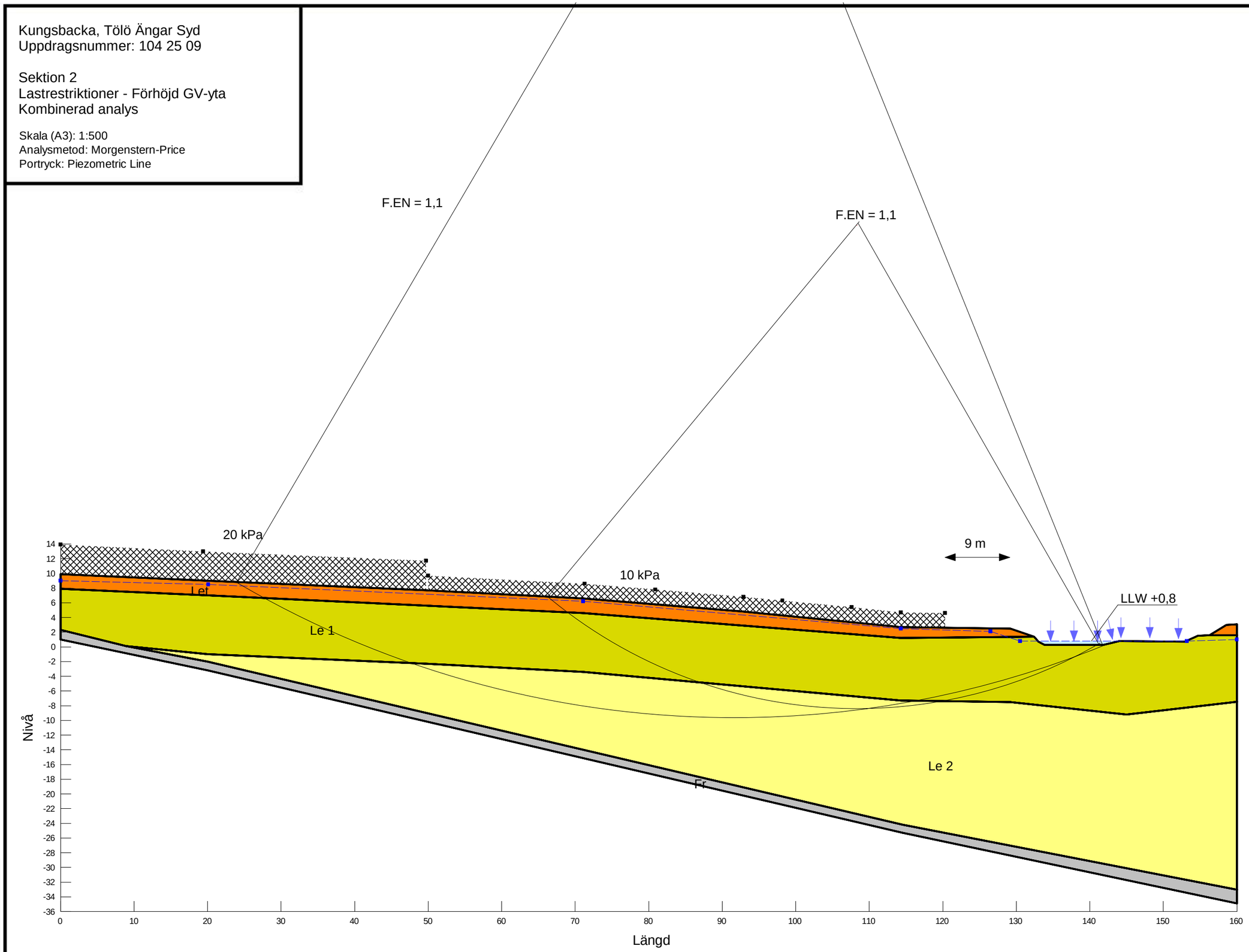
Norconsult

Kungsbacka, Tölö Ängar Syd
Uppdragsnummer: 104 25 09

Sektion 2
Lastrestriktioner - Förhöjd GV-yta
Kombinerad analys

Skala (A3): 1:500
Analysmetod: Morgenstern-Price
Portryck: Piezometric Line

Bilaga 4:2



Name: Let
Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 17 kN/m³
Phi: 23.9 °
Cu-Top of Layer: 16.7 kPa
Cu-Rate of Change: 0 kPa/m
C/Cu Ratio: 0.115

Name: Le 1
Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 16 kN/m³
Phi: 23.9 °
Cu-Top of Layer: 8.7 kPa
Cu-Rate of Change: 0.5 kPa/m
C/Cu Ratio: 0.115

Name: Le 2
Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 16.5 kN/m³
Phi: 23.9 °
Cu-Top of Layer: 12.7 kPa
Cu-Rate of Change: 1.5 kPa/m
C/Cu Ratio: 0.115

Name: Fr
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³
Phi: 27.4 °

Datum: 2016-12-15 10:59:42
Senast editerad av: Pettersson Mathias
Sökväg: N:\104\25\1042509\5 Arbetsmaterial\04 Beräkningar\G\Stabilitet\Sektion 2\Sek 2 framtid komb hög gv.gsz

Norconsult